الأسس العلمية لصنع

نماذج الطائرات

تأليف

المهندس سعد رشيد القره غولي

الاسس العلمية لصنع

نماذج الطائرات



تأليف

المهندس سعد رشيد القره غولي

بسم الله الرحمن الرحيم

وقل ربِ زدني علماً

﴿صدق الله العظيم﴾

تقديم

احمد اللّه الذي يسَّر لي وضع هذا الكتاب في موضوع نماذج الطائرات، وهو من المواضيع العلمية المتميزة في عصرنا الحديث، بل هو ـ إن اردنا الدقة ـ علم وفن مترابطان فيما بينهما ارتباطاً وثيقاً.

وقد جعلت الكتاب على خمسة فصول، هي: فصل مبادىء علم الديناميكا الهوائية، وفصل صناعة نماذج الطائرات، وفصل المحركات وانواعها، وفصل السيطرة اللاسلكية، وفصل الاقلاع والهبوط والتحضيرات اللازمة لنماذج الطائرات.

لقد دعاني الى تأليف هذا الكتاب شعوري بحاجة الناس، هواة ومحترفين، الى هذا الموضوع الذي اصبح حيوياً في حياتنا المعاصرة، وصار له كثرة من الرواد في مختلف انحاء العالم.

والحقيقة أن إلالمام بصناعة نماذج الطائرات إنما يعني الالمام بفروع كثيرة من العلوم والفنون والصناعات كالنجارة والرسم والتصميم والالكترون والميكانيك. ولا شك في ان ذلك يقتضي مواصلة الجهد، والمثابرة على العمل، والدقة فيه.

واني لآمل في الختام أن يكون هذا الكتاب ذا نفع غير قليل للمعنيين بموضوعه، ومن اللّه السداد والتوفيق.

المؤلف

الفصل الاول

علم الديناميكا الهوائية Aerodynamics

هو العلم الذي يبحث في حركة الهواء والقوىٰ المؤثرة في الاجسام المتحركة عبر الهواء. واول مايجب مغرفته في هذا الموضوع هو العلاقة بين عوامل عديدة كسرعة الهواء وضغطه والوزن والدفع والاحتكاك والرفع، الى جانب عوامل اخرىٰ، مع معرفة تأثير كل عامل من هذه العوامل ومدىٰ هذا التأثير.

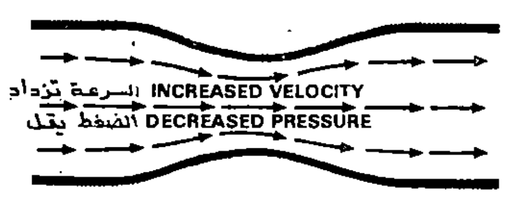
إن الالمام البسيط بالانواء الجوية مهم جداً للطيران بصورة عامة، ولنماذج الطائرات بصورة خاصة. ولست اتوقع أن يكون القاريء الكريم بصفة عامة مختصاً بالانواء الجوية، ولكن يكفي ان يكون قادراً على تحديد الجو الملائم للطيران في المنطقة التي يقوم فيها بعملية الطيران، كمدىٰ الرؤية واتجاه الرياح المناسبة للطيران وسرعتها ودرجة الحرارة والرطوبة. وعلى هذا ينبغي عدم الشروع بالطيران مطلقاً اذا كان الجو غير مناسب له، كأن تكون سرعة الرياح عالية، او يكون مدىٰ الرؤية قليلاً، او تكون ثمة امطاراً غزيزة، أو غير ذلك من الأمور التي لاتناسب الطيران.

نظرية برنولي في الطيران

كان العالم السويسري دانيال برنولي (١٧٠٠م - ١٧٨٢م) قد وفق بعد تجارب عديدة الى وضع نظريته المتكاملة في مجال الطيران، وخلاصتها، انه عندما تزداد سرعة الهواء يقل الضغط، وعندما تقل السرعة يزداد الضغط، وان الطاقة الكامنة والطاقة الحركية والطاقة الضغطية تكون في مجموعها متوازنة توازناً ثابتاً، بحيث اذا ازداد مقدار احداهما قل مقدار الاخرىٰ.

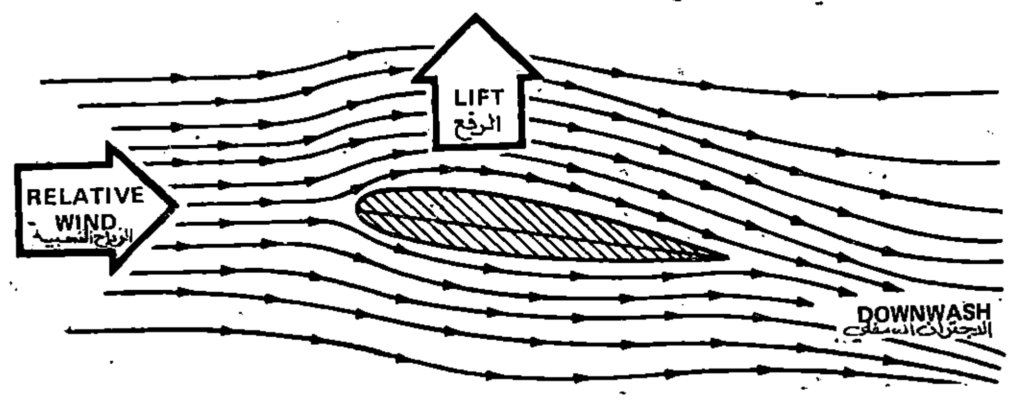
Venturi tube — انبوب فنجوري

يستخدم انبوب فنجوري لتطبيق نظرية برنولي عملياً، وذلك بان يمرّر هواء من طرف هذا الانبوب الذي يحتوي على تخصّر في وسطه، فتزداد سرعة هذا الهواء عند منطقة التخصر، مما يسبب قلة الضغط في هذه المنطقة. ولمعرفة ذلك يمكن وضع اجهزة لقياس الضغط في هذا الانبوب الذي يساعد على تصميم جناح الطائرة استناداً الى نفس هذا المبدأ في العمل.

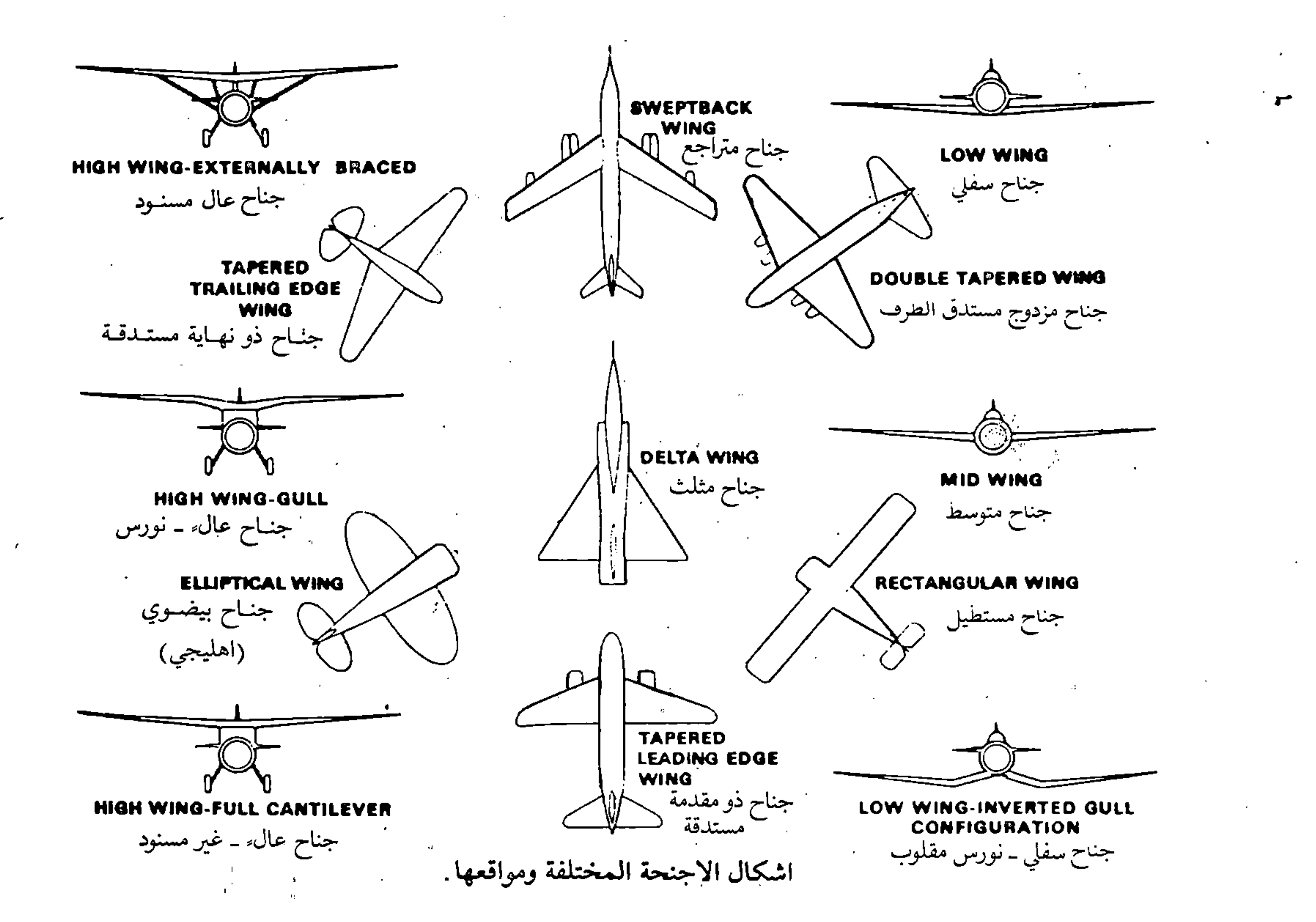


جناح الطائرة (wing) ومقطع الجناح (aerofoil)

يمكن تعريف الجناح بأنه سطح مصمّم خصيصاً لكي ينتج رفعاً، ويكون مقطعه كما هو موّضح في الرسم ادناه، والتحدب الموجود في سطح الجناح انما يجعل الهواء يسري تجاهه بسرعة أكبر، وبذلك يكون ضغط الهواء في اعلى الجناح اقل من الضغط في اسفله، الامر الذي يسبب رفع الجناح بتأثير هذا الاختلاف في ضغط الهواء.



هذا الشكل يبين كيفية حدوث الرفع في جناح الطائرة.



اشكال الاجنحة المختلفة ومواقعها.

انواع مقاطع الاجنحة الاساسية المستخدمة في نماذج الطائرات

(١)

النوع المقعر

Datum Line خط الصفر

رفع عالٍ مع سرعة الانهيارقليلة ويستخدم في الطائرات الشراعية عادة

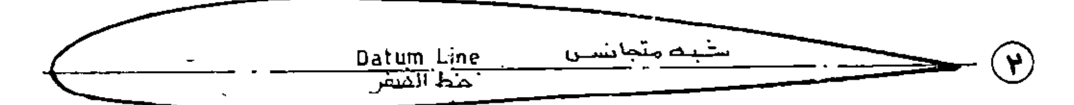
(٢)

القاعدة المسطحة

Datum Line خط الصفر

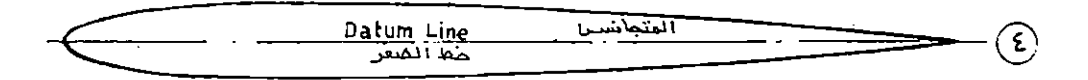
رفع عالٍ ايضا وسرعة الانهيار اقل من (١) يستخدم في نماذج الطائرات ذات المحرك والشراعية

(٣)



رفع اقل نسبياً وسرعة الانهيار اقل من (١ ، ٢) ويستخدم في نماذج الطائرات ذات المحرك المتطوره ذات الحركات البهلوانية

(٤)



لايوجد رفع نظرياً ولكن عادة يوضع الجناح بزاوية سقوط قليلة مما يسبب رفع قليل واستخدامه كما في (٣)

(٥)

المتجانس المسطح

لا يوجد رفع هنا ايضاً ولكن الانسيابية عالية يستخدم للسرعة العالية وغالباً يستخدم للجناح المثلث والمتراجع

• جداول خاصة بتصميم مقاطع الاجنحة المختلفة.

المقص R.A.F. 15

%	0	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
اعلى	1.56	3.94	5.00	6.09	6.96	6.94	6.63	6.13	5.52	4.79	3.91	2.81	0.94
اسفل	1.56	0.5	0.18	0.02	0.55	1.02	1.04	0.71	0.33	0.06	0.09	0.21	0.94

القاعدة المسطحة CLARK Y

%	0	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
اعلى	3.5	6.5	7.9	9.6	11.36	11.70	11.40	10.52	9.15	7.35	5.22	2.8	0.12
اسفل	3.5	1.47	0.93	0.42	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0

شبه متجانس
NACA 2412-12% thick

%	0	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
اعلى	0	2.99	4.13	5.63	6.61	7.88	7.8	7.24	6.36	5.18	3.75	2.08	0.13
اسفل	0	-2.87	-3.01	-3.75	-4.23	-4.12	-3.8	-3.34	-2.76	-2.14	-1.5	-0.82	-0.13

متجانس
NACA 2415-15% thick

%	0	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
اعلى	0	3.71	5.07	6.83	8.7	9.38	9.25	8.57	7.5	6.1	4.41	2.45	0.16
اسفل	0	-2.86	-3.84	-4.9	-5.66	-5.62	-5.29	-4.67	-3.9	-3.05	-2.16	-1.17	-0.16

متجانس مسطح
NACA 0008-8% thick

%	0	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
اعلى	0	1.74	2.37	3.12	3.83	4.0	3.87	3.53	3.04	2.44	1.75	0.97	0
اسفل	0	-1.74	-2.37	-3.12	-3.83	-4.0	-3.87	-3.53	-3.04	-2.44	-1.75	-0.97	0

طريقة تصميم مقطع الجناح

فيما يلي الخطوات الأساسية لتصميم مقطع جناح مستعيناً في ذلك بالمعلومات المدونة في الجدول

١ ـ ابدأ بجدول الاحداثيات

NACA 6409 المقعّر

%	0	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
اعلى	0	2.96	4.3	6.31	8.88	10.13	10.35	9.81	8.78	7.28	5.34	2.95	0
اسفل	0	-1.11	-1.18	-0.88	0.17	1.12	1.65	1.86	1.92	1.76	1.36	0.79	0

٢ ـ جَزّء خط الصفر الى عشرة اجزاء متساوية

chord = 9.5in. = (طول الوتر)

Datum Line خط الصفر

2.5 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

تجزئة حسب النسبة المئوية

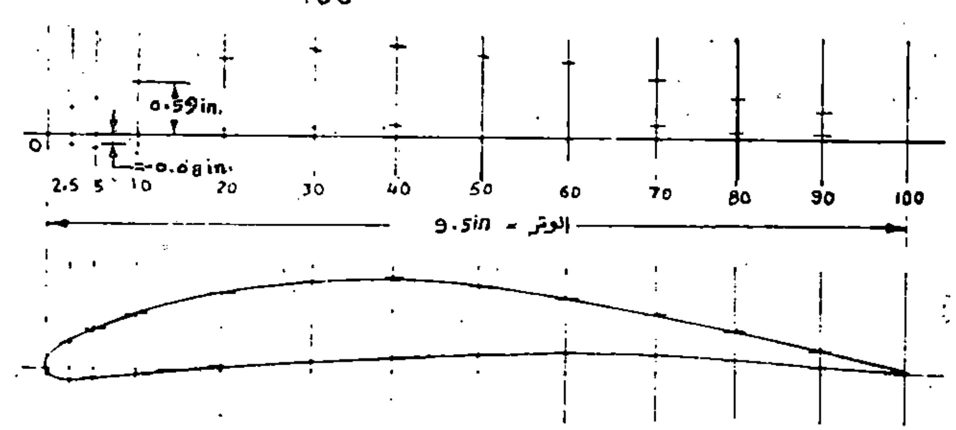
٣ ـ أحسب عمق الاحداثيات، مثلاً احداثية ١٠٪

العمق العلوي فوق خط الصفر لجنيح طوله 9.5in.

$$\text{upper depth} = \frac{6.31}{100} \times 9.5 = 0.59 \text{ in.}$$

العمق السفلي تحت خط الصفر لجنيح طوله 9.5in

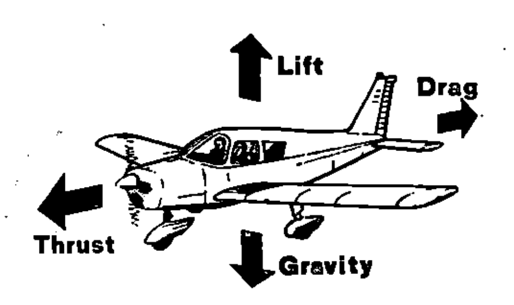
$$\text{lower depth} = \frac{-0.88}{100} \times 9.5 = -0.08 \text{ in.}$$



٤ ـ وصّل النقاط بواسطة منحني لتحصيل على شكل مقطع الجناح.

القوى المؤثرة في حركة الطائرة
Forces acting on an Airplane

هناك اربع قوى تؤثر في جسم الطائرة وحركتها في الهواء، وهي كما يتضح في الشكل التالي :



الدفع thrust

ويحدث بفعل دوران المروحة الناتج عن اشتغال المحرك في الطائرة، او الناتج عن دفع الهواء بقوة وسرعة كبيرة من محرك نفاث مثلاً مما يسبب رد الفعل، وهو القوة التي تدفع بالطائرة الى الامام.

الكبح او المقاومة والاعاقة Drag

ويحدث ذلك بسبب احتكاك الهواء بالطائرة وهو القوة التي تقاوم حركة الطائرة الى الامام. ويمكن تقسيم الاعَاقة الى قسمين وهما.

١ ـ الاعاقة المحتثة induced drag

وهي التي تنتج بسبب الرفع، أي كلما زاد الرفع زادت الاعاقة المحتثة.

٢ ـ الاعاقة الطفيلية parasite drag

وهي التي تنتج بسبب احتكاك الهواء مع الطائرة.

الرفع Lift

ويحدث بسبب حركة الطائرة بزاوية هجوم معينة، وتخلخل ضغط الهواء في اعلى الاجنحة. والرفع بالطائرة انما يكون باتجاه عمودي مع اتجاه الرياح الموازية للمحور الطولي للطائرة، والعوامل المؤثرة فيه انما هي :

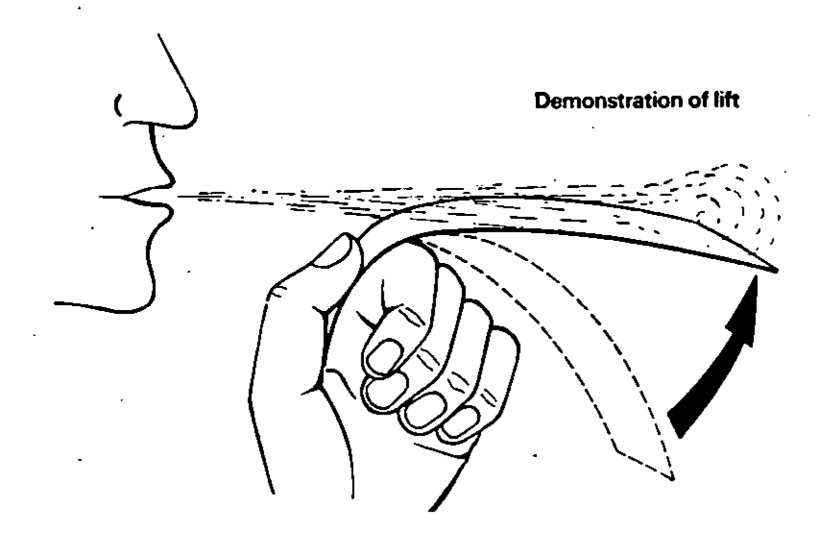
(أ) السرعة الجوية النسبية (مابين الطائرة والهواء)

(ب) كثافة الهواء

(ج) مساحة الجناح، وهي مساحة مسقط الجناح على المستوى الافقي.

(د) عامل آخر يعتمد على زاوية الهجوم ونسبة السمك/ الوتر.

أي ان الرفع = $\frac{1}{2}$ معامل الرفع × الكثافة × المساحة × (السرعة)^2.



demonstration of lift

تجربة لايضاح الرفع

لاحظ أن قطعة الورق ترتفع نتيجة تخلخل الضغط في اعلى مما يؤدي الى ارتفاعها.

الوزن Weight

ويحدث بسبب قوة جذب الارض لجسم الطائرة.

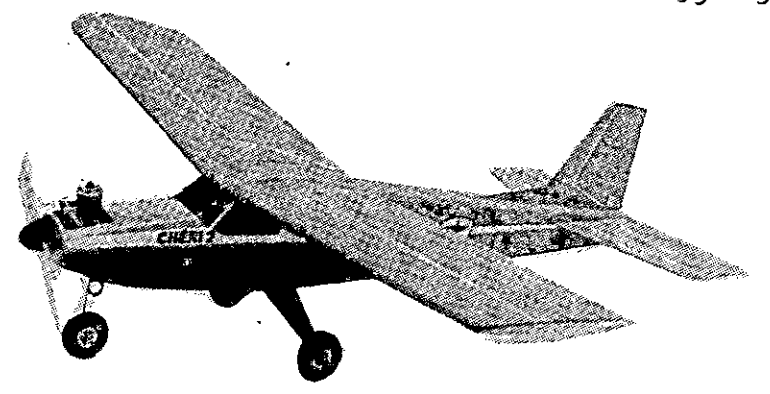
توازن القوىٰ الاربعة

The Balance of the four forces

عند الطيران المستقيم المستقر، اي ثابت السرعة والارتفاع، يكون الدفع (Thrust) والكبح (Drag) متساويين، بينما يكون الرفع (Lift) والوزن (Weight) متساويين ايضا. ربما يجد بعض الناس ان العبارة السابقة صعبة الادراك، وانهم يفترضون ان الدفع يجب ان يكون اكبر من الاعاقة، والرفع اكبر من الوزن! ولشرح هذا الموضوع بوضوح علينا ان نتأمل طائرة وهي تتدحرج على المدرج (Taxing) فان الدفع في هذه الحالة يكون اكبر من الكبح عدة مرات، ويكون الوزن اكبر من الرفع عدة مرات أيضاً. وعند زيادة سرعة الطائرة اكثر فاكثر تقل هذه الفروق بين القوىٰ، وعند بلوغ الطائرة سرعة معينة نجد الرفع يتساوىٰ مع الوزن، ومن ثم يتجاوزه، وعند ذاك نرىٰ الطائرة تغادر المدرج في حالة تسّلق، وبذلك تزول مقاومة أحتكاك المدرج مع عجلات الطائرة، وتستمر الطائرة في مسارعتها الى ان يصبح الكبح مساوياً للدفع، فتكون السرعة ثابتة ويكون معدل التسلق ثابتا ايضا.

من هنا نستنتج ان السرعة عندما تكون ثابتة يكون الدفع والكبح متساويين، ولكن الرفع يبقى أكثر من الوزن في هذه الحالة. فاذا ما بلغت الطائرة ارتفاعا معينا عملنا على تقليل سرعة المحرك الى ان يتساوى الرفع مع الوزن، وبذلك تكون الطائرة ثابتة السرعة والارتفاع.

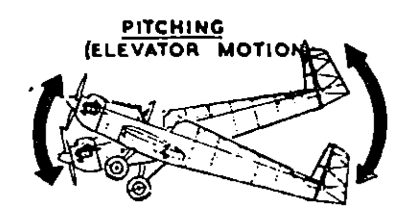
وعلى هذا الاساس يصح القول بأن ارتفاع الطائرة عندما يكون ثابتاً يكون الرفع والـوزن متساويين، وان الطائرة اذا كانت ثابتة السرعة والارتفاع فان القوىٰ الاربع تكون متوازنة.



سطوح القيادات وتأثيراتها Control surfaces

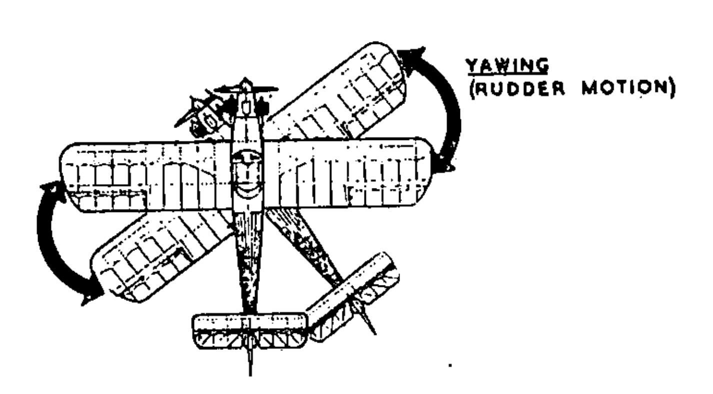
الروافع Elevators

ويكون موقعها في مؤخرة جناح الذيل للطائرة ويقع تأثيرها على حركة المحور العرضي للطائرة، فاذا كانت الروافع الى اعلى تسبب ذلك في انخفاض جناح الذيل وارتفاع مقـدمة الطائرة، واذا كانت الى اسفل ادى ذلك الى ارتفاع جناح الذيل وانخفاض مقدمة الطائرة.



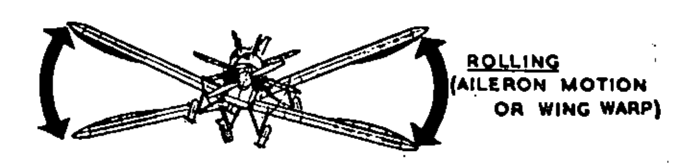
الدفة Rudder

ويكون موقعها في القسم العمودي في مؤخرة الطائرة ويقع تأثيرها على حركة المحور العمودي للطائرة فاذا كانت حركة الدفة الى اليمين كان دوران الطائرة (yawing) الى اليمين ايضاً، واذا كانت الى اليسار كان الدوران الى اليسار كذلك، والدفة بصورة عامة هي التي تسبب انزلاق الطائرة، ومن المفروض ان يكون دوران الطائرة بواسطة الجنيحات.



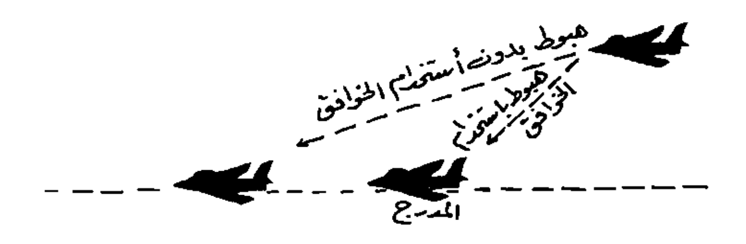
الجنيحات Ailerons

ويكون موقعها في مؤخرة جناح الطائرة وتأثيرها يقع على المحور الطولي للطائرة، اما حركتها فهي حركة عكسية، فاذا ارتفع الجنيح الايسر الى اعلى انخفض الجنيح الايمن الى اسفل، وبذلك ينخفض الجناح الايمن ويرتفع الجناح الايسر، فتستدير الطائرة الى جهة اليمين، وهكذا.



الخوافق Flaps

ويكـون موقعها في مؤخرة الجناح ايضاً وبالقرب من جسم الطائرة، والاختلاف هنا يقتصر على ان حركة الخوافق في نفس الاتجاه وليس بصورة متعاكسة كما هو الحال في الجنيحـات، والغرض من استخدام الخوافق هو الحصول على رفع عالٍ في السرعة البطيئة لغرض الهبوط في مسافات قصيرة، وحين تكون الخوافق الى الاسفل يزداد الرفع وتزداد الاعقة في الطائرة وتقل سرعة الانهيار كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل يوضح تأثير استخدام الخوافق على الطائرة.

التأثيرات الثانوية لسطوح القيادات

ان لسطوح القيادات تاثيرات ثانوية نبينها فيما يلي :

الـدفـة ـ يكـون التـاثير الاول فيها هو الازاحة الجانبية ، اي حركة حول المحور العمودي (Yawing) والتأثير الثاني يكون عطُوف الاجنحة أو ميلانها (Rolling).

الجنيحات ـ يكون التأثير الاول فيها عطُوفها (Rolling) ويكون التأثير الثاني هو ازاحة جانبيه لها (Yawing) .

محاور الطائرة Aircraft axis

أ ـ المحور الطولي Longitudinal axis

وهو الخط الموصل مابين مقدمة الطائرة ونهايتها ماراً بنقطة مركز الثقل الوهمية .

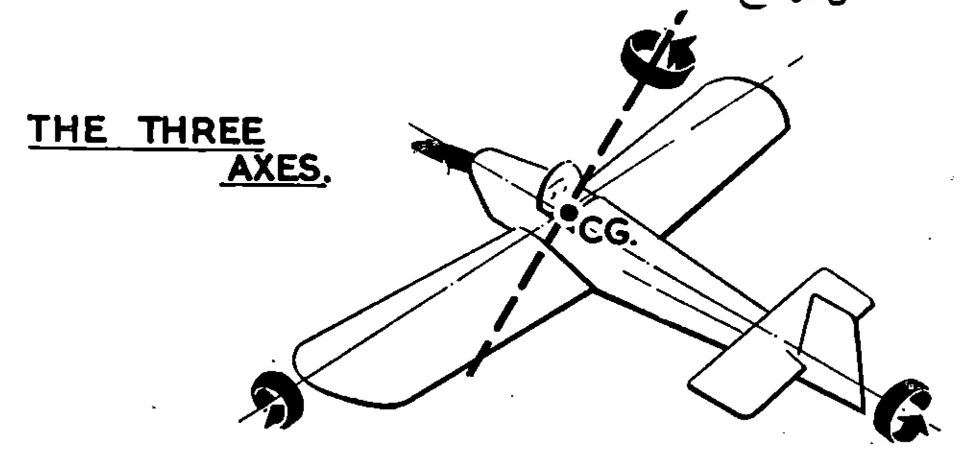
ب ـ المحور العرضي Lateral axis

وهو الخط الموصل مابين طرفي جناح الطائرة ماراً بنقطة مركز الثقل الوهمية .

جـ ـ المحور العمودي (الشاقولي) Verical axis

وهو الخط الموصل مابين اعلى الطائرة واسفلها ماراً بنقطة مركز الثقل الوهمية .

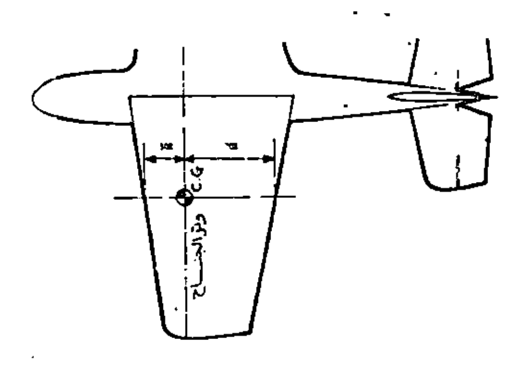
الشكل يوضح هذه المحاور الثلاثة .



محاور الطائرة Aircraft axis

مركز الثقل :

هو النقطة الوهمية التي تتلاقى فيها محاور الطائرة والتي يكون فيها جسم الطائرة متوازناً .

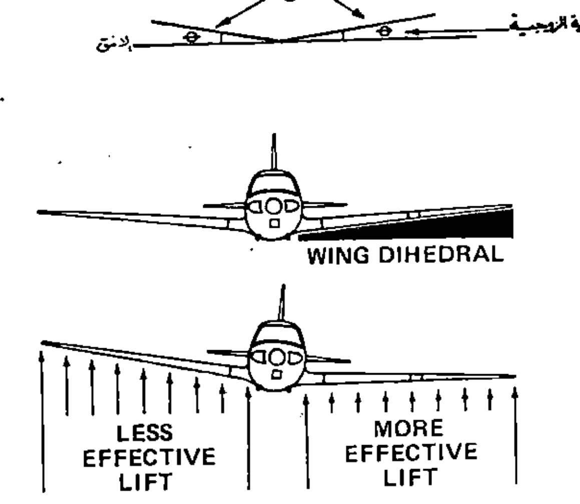


مركز الثقل

(٣٠٪ من مقدمة الجناح تقريبا) .

الزاوية الزوجية Dihedral Angle

هو الزاوية المحصورة بين المحور العرضي للجناح وبين الافق وعلى جانبي الجناح ، وكما هو موضح في الشكل التالي :



ان فائدة الزاوية الزوجية تتمثل في زيادة الإستقرارية العرضية للطائرة، حيث ان أعلى مقدار رفع للجناح يتم عندما يكون الجناح بدون زاوية زوجية، فعند تصميم الجناح بزاوية زوجية يشكل الجناحان زاوية مع الافق، وحين يكون ميلان الطائرة الى اليمين يكون الجناح الايمن مع الافق، وبذلك يزداد الرفع لذلك الجناح وفي نفس الوقت تكبر الزاوية بين الجناح الايسر وبين الافق فيقل عند ذلك الرفع، ولاشك ان هذه القوى ستؤثر على الجناح وتحاول ارجاعه الى الافق وتلك هي الحالة المستقرة للجناح وهكذا.

ملاحظة :-

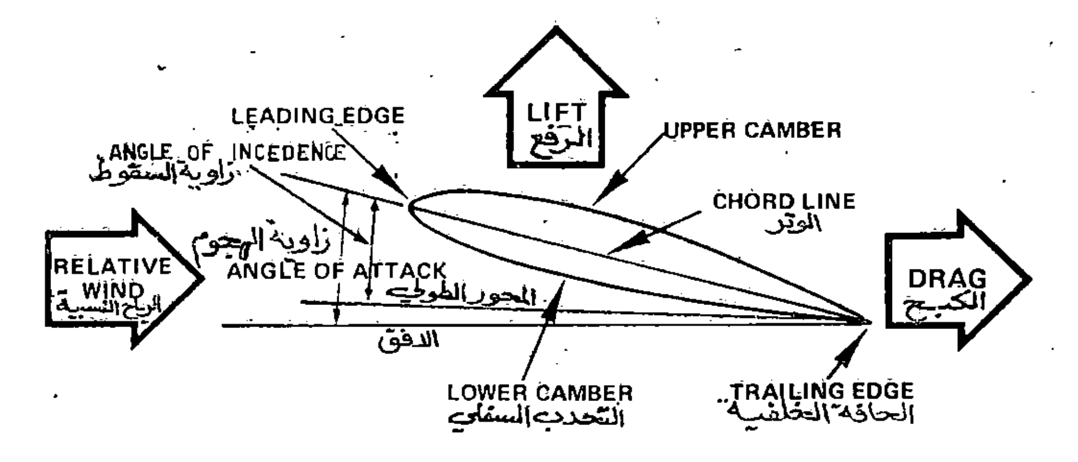
في الطائرات المصممة اجنحتها بجنيحات (Ailerons) يجب تقليل الزاوية الزوجية بمقدار ٥٠٪ مما هي علية من غير الجنيحات.

زاوية الهجوم Angle of Attack

وهي الزاوية المحصورة بين وتر الجناح وبين التيار الهوائي القادم (الافق)، وهي زاوية متغيّرة تتحكم فيها الروافع عادةً، كما هو موضح في الشكل التالي:

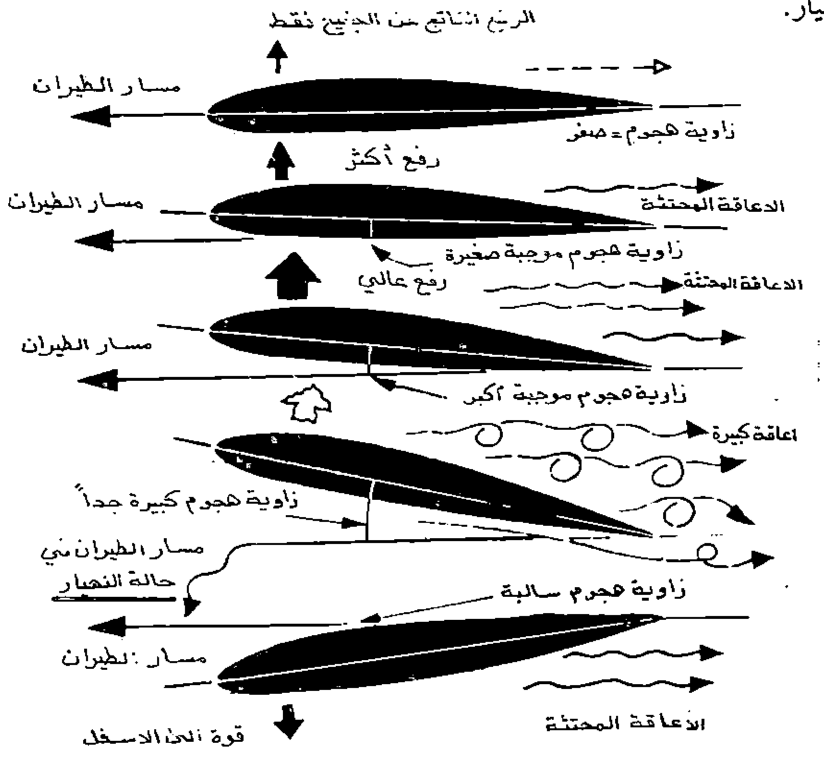
زاوية السقوط Angle of Incedence

وهي الزاوية المحصورة بين وتر الجناح وبين المحور الطولي للطائرة، وتكون هذه الزاوية ثابتة كما يتضح في الشكل التالي ايضاً:-

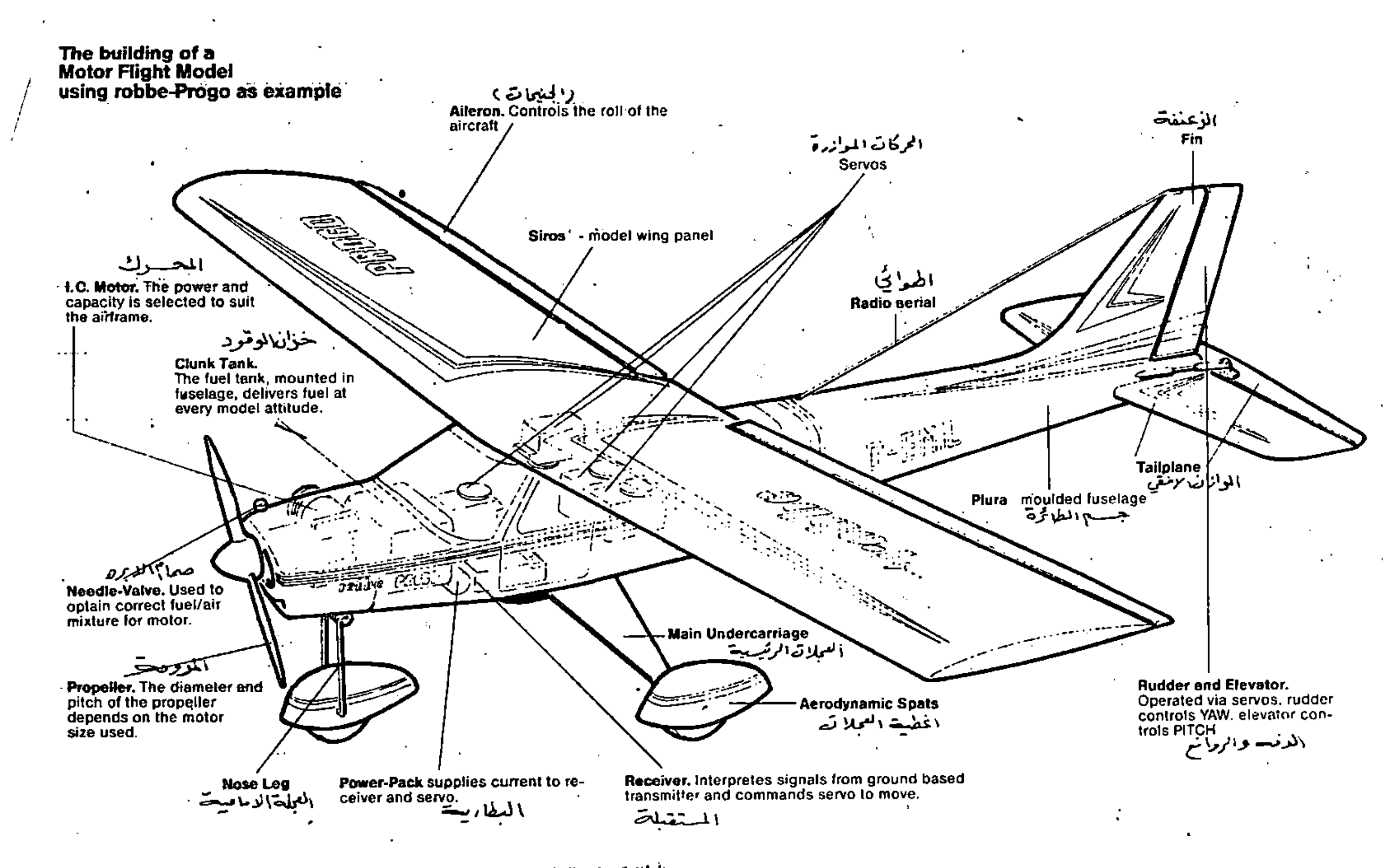


الانهيار Stall

من الثابت ان زاوية الهجوم كلما كبرت (اي عندما تكون الروافع الى الاعلى) زاد الرفع، ولكننا لا نستطيع ان نستمر على هذا المنوال، لأن زاوية الهجوم اذا كبرت عن حد معين وهي الزاوية الحرجة فان التيار الهوائي فوق السطح العلوي للجناح سينفصل ولا يكون إلّا على شكل تيارات هوائية مضطربة ودوّامات تسبب انهيار منطقة الضغط الواطيء فوق الجناح وتؤدي الى انخفاض الرفع بشدة فيحدث ما نسميه بالانهيار. ان سرعة الطائرة تقل بزيادة الرفع، فيحدث الانهيار في الطائرة اذا قلّت سرعتها عن حد معين، وتدعى السرعة التي تنهار فيها الطائرة بسرعة الانهيار (Stall speed) خصوصاً عند اقلاع الطائرة أو هبوطها. فالانهيار اذن هو انخفاض مقدار قوة الرفع بصورة شديدة في الجناح بسبب عبور زاوية هجوم الجناح الزاوية الحرجة. ان الرفع يزداد كلما كبرت زاوية الهجوم، حتى يبلغ اقصى مقدار بالقرب من زاوية الهجوم الحرجة، فاذا عبرنا هذه الزاوية يبدأ الرفع بالتناقص بصورة شديدة، فيحدث ما هو معروف بالانهيار.



تأثير تغيّر زاوية الهجوم على الرفع والاعاقة المحتثة.



الطائرة واجزائها

لاحظ الاجزاء الداخلية للطائرة ومصطلحاتها باللغتين العربية والانكليزية.

الفصل الثاني

صناعة نماذج الطائرات

جسم الطائرة وجناحها

يجب ان يكون جسم نموذج الطائرة وجناحها على نحو انسيابي مغزلي الشكل مثل جسم الطير، لغرض تقليل احتكاك الهواء بالطائرة.

ويصنع جسم نموذج الطائرة وجناحها من خشب البلصة عموماً، وهو خشب خاص خفيف الوزن، وهناك انواع اخرى من الخشب المستعمل في بناء جسم الطائرة وجناحها، وتكون هذه الانواع عادة للتقوية والتثبيت، وخاصة في الاماكن التي تتعرض الى الارتجاج بقوة، وربما الى صدمات. ومن هذه الاخشاب الخشب المعروف بـ «المعاكس» وغيره، والمناطق التي تحتاج الى مثل هذا النوع من الخشب هي بصورة عامة منطقة تثبيت العجلات بجسم الطائرة، ومنطقة ارتباط المحرك بجسمها ايضاً، وموضع ارتباط الجناح الايمن بالجناح الايسر لجعل هذا الارتباط قوياً محكماً في جناحي الطائرة. وهناك مناطق اخرى من الممكن استخدام انواع من الخشب فيها اكثر قوة وسمكاً، مثل منطقة تثبيت المحركات المؤازرة بجسم الطائرة، وغيرها من المناطق.

ان بناء جسم الطائرة وجناحها يستلزم الخبرة ومعرفة تنفيذ الخرائط والتصاميم التوضيحية للطائرة، سواء كان ذلك النموذج (طقم مقطع Kit) أو خشب بلصة يقطعه المصنعّ بنفسه.

كما ان هناك مواد اخرى يمكننا ان نصنع منها نماذج الطائرات، مثل الفلين الابيض الذي يدعى احياناً «ستايروبور» اما الاسم العلمي لهذه المادة فهو (Expanded Bead Foam) وهذه المادة احدثت ثورة كبيرة في عالم تصنيع نماذج الطائرات وبنائها، فهي لاتقل اهمية عن خشب البلصا المعروف. وقد اتجه الكثير من مصنعي نماذج الطائرات الى استخدام هذه المادة في صنع طائراتهم، وخصوصاً اجنحتها. الى جانب ذلك يمكننا ان نصنع نماذج الطائرات من مواد أخرى، مثل الزجاج الفايبري (Fiber glass) وتمتاز الطائرات المصنعة من هذه المادة باقتراب شكلها من الشكل الحقيقي للطائرة الأصلية.

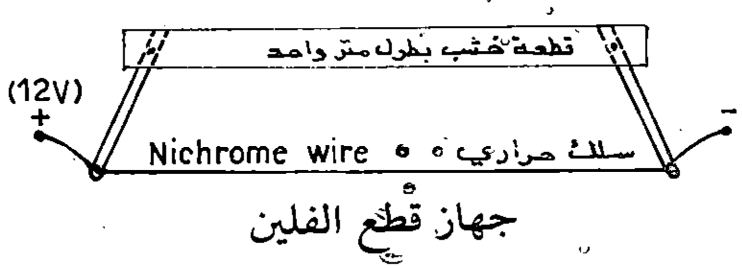
ولكن من مساوىء هذه المادة انها اثقل من سابقاتها، ومع ذلك فهي تمتاز بالقوة والمتانة.

ويمكننا كذلك استخدام مادة البلاستك في تصنيع نماذج الطائرات؛ وهي اخف من مادة الزجاج الفايبري، ولكنها اقل قوة من الزجاج الفايبري ايضاً.

ان المزج باستخدام اي من المواد السابق ذكرها وربما غيرها ايضاً وارد جداً لبناء اي نموذج طائرة، وغالباً ما نلاحظ ان الجناح يصنع من الفلين؛ والجسم يصنع من الزجاج الفايبري او البلاستك او الخشب او ما شابه ذلك. والامر في كل هذه الاحوال يعود لمصنعي نماذج الطائرات، وتوفير المواد لها، والحالة الاقتصادية القائمة لديهم.

كيف تصنع جهاز لقطع الفلين الابيض

يمكنك صنع جهاز بسيط جداً يعمل على بطارية السيارة ١٢ فولت لاستخدامه في صنع الطائرات، ولاسيما اجنحتها. ذلك لان الجهاز مصنوع من سلك حراري كالذي يستخدم في المكواة الكهربائية المنزلية او المدفئة الكهربائية، ولكن من الأفضل استخدام سلك خاص من مادة النايكروم (Nichrome Wire) لهذا الغرض. وفيما يلي الرسم التوضيحي لهذا الجهاز.



جهاز قطع الفلين

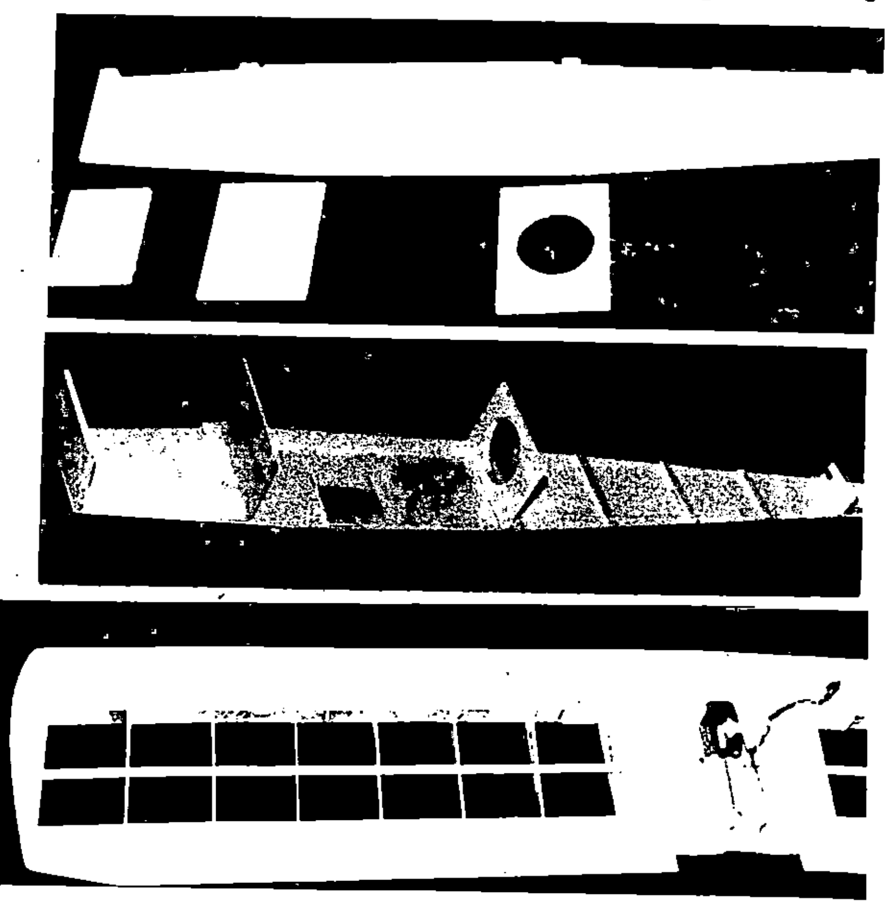
لكي نقوم بصنع جناح مثلاً من الفلين علينا صنع مقطعين لهذا الجناح من مادة مثل خشب المعاكس تثبتان على طرفي قطعة الفلين المراد صنع الجناح منها، وبطول الجناح، ويتم تحريك السلك الحراري على هذه المقاطع، وبذلك تكمل هذه العملية ثم تعاد هذه الطريقة لعمل النصف الثاني للجناح، ويتم لصق القطعتين مع بعضهما فيصبحان قطعة واحدة يتكون منها جناح الطائرة، ثم تغلف بخشب بلصا خفيف لغرض كسب الجناح قوة كافية.

وتحتاج هذه الطريقة الى خبرة واسعة وربما لاتنجح اول مرة، فعليك اتقان استخدام جهاز القطع قبل الشروع بقطع جناح الطائرة وتنفيذ عمله.

طريقة بناء جسم الطائرة:

قبـل التفكير في صناعة نموذج طائرة يجب على المصنّع توفير بعض المواد الاساسية التي لايمكن صناعة الطائرة بدونها وهي كما يلي:

مادة لاصقة لخشب البلصة مثل صمغ الغراء أو أي مادة لاصقة لها نفس الخواص، وقاطعة حادة للخشب، ومثقب، بالاضافة الى عدةورشة بسيطة، وعلبـة دبـابيس. فاذا كان لديك نمـوذج طائرة طقم مقطع فعليك ان تتبع الخطوات المرفقة مع النموذج والخرائط التوضيحية في هذا الفصل الذي يتضمن الصـور التوضيحية لعملية بناء هيكل الطائرة بصورة عامة، ويمكنك القيام بلصق مقاطع خشب البلصة مع بعضها باستعمال صمغ الغراء وتثبيتها على الخرائط بالدبابيس.



صورة لمراحل صنع بعض اجزاء الطائرة

خارطة طائرة برونتو (PRONTO).

PRONTO

A 54" TRAINER FOR 19 - 25 ENGINES & 1-4 FUNCTION RADIO

Tailplane 1/4" med soft balsa 20" wide

1/4" x 3/4" med hard

1/4" x 1" trailing edge stock

1/4" med soft sheet fin

1/4" sheet rudder

1/4" removable hatch

19-25 cu.ins engine

CG

1/4" sq crosspieces

Fuel filler and vent

4oz fuel tank

Fuel feed

1/8" sheet fuel tank floor

Nylon engine mount

F1

F2

F2A

F3

F4

Line of throttle pushrod

3 Servos side by side

Aileron Servo (When fitted)

Aileron pushrods

1/4" x 3/4" hard doubler

4mm ply U/C leg guides

4mm ply U/C plate

Nylon saddles

10 or 10g main U/C legs

3/32" sheet grain crosswise

1/8" med sheet sides

1/4" x 3/8" uprights

Rudderhorn

Elevator horn

1/4" x 1" T.E. stock elevator

4mm ply underfin

F2A 1/4" balsa

10g Nosoleg Micro Mold

2" dia nosewheel

Cycle spoke

Nylon tube

Cut off one leg of the M/M nylon clevis

2 1/2" dia main wheels

Hole for fuel feed

Hole for pushrod

Position of engine

Position of nose leg Micro Mold

8mm or 1/4" ply

Hole for throttle tube pushrod

Hole for batteries

F2 4mm plywood

2 1/4" dia hole

F3 1/4" balsa

Holes for U/C legs

4mm ply undercarriage plate

3/16" dia hole

F4 4mm ply

12g brass tube vent extension

1/8" fuel tank floor

1/4" dia wing retaining dowel

Fuel tubing

4oz fuel tank

8mm ply doubler

4mm ply U/C guides

1/4" x 3/8" doublers

1/4" x 3/8" uprights

1/8" med sheet sides

12g brass tube filler extension

Dihedral braces for aileron wing

Dihedral braces 4mm (Reduce by half if ailerons are used)

Root rib template

Root rib - aileron wing

8mm ply reinforcement

1/8" ribs

Dihedral brace W1

Dihedral brace W2

1/16" sheet top only

1/16" vertical webbing

3/8" x 3/16" spar

1/2" x 1/16" trailing edge top and bottom

1/8" tip rib

1/16" triangular wing tip (soft)

1/8" sq. hardwood

Nylon tube

Cycle spoke

1/4" x 1/2" aileron (hard)

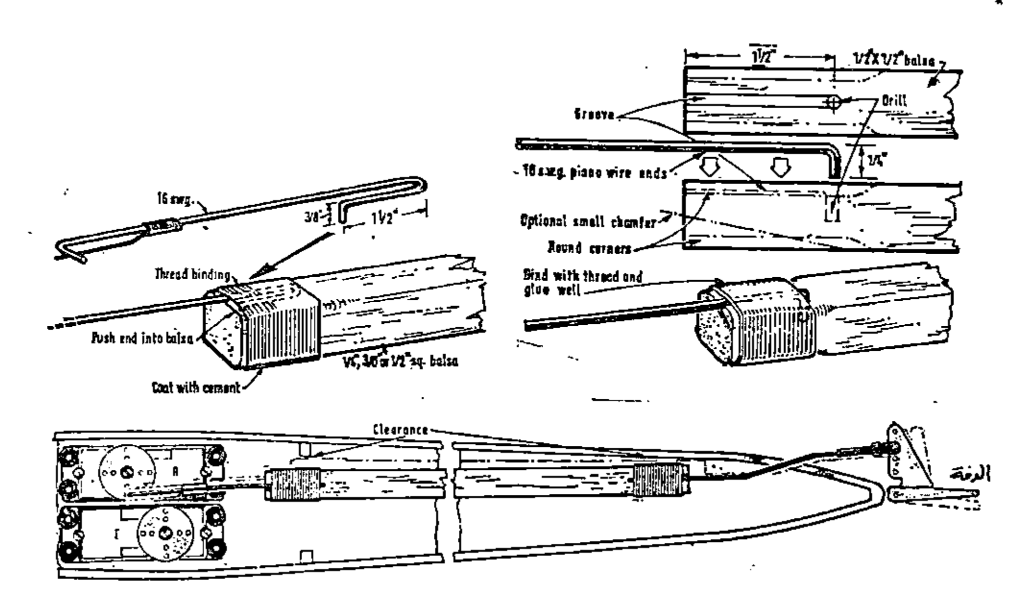
1/16" x 3" leading edge top sheeting

طرق توصيل سطوح القيادات بالمحركات المؤازرة

يمكن استخدام طرق عديدة لتوصيل الحركة من المحرك المؤازر الى سطح القيادة، وفي هذا الفصل توضيح لذلك مع الرسوم اللازمة :

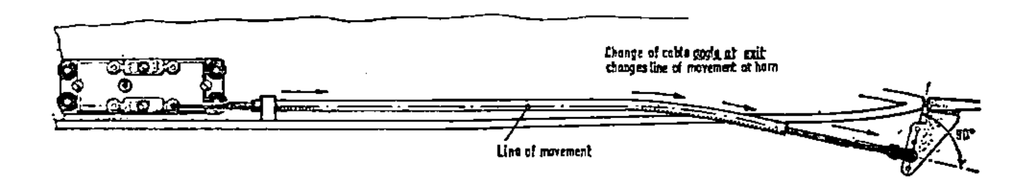
١ - توصيل الدفة (Rudder) مع المحرك المؤازر (Servo)

من الممكن هنا استخدام ذراع توصيل (push rod) مؤلف من خشبة مربعة طويلة من خشب البلصا تدعى (Spar) وهي تستخدم احياناً في جناح الطائرة. وبعد قياس الطول الكافي لهذه الخشبة تثبت على طرفيها اذرع الدفع المعدنية المتصلة بالماسكات (Cleaves) ، واحدة من كل طرف. والاشكال التالية توضح كيفية صنع ذراع توصيل كامل مع اجزائه :



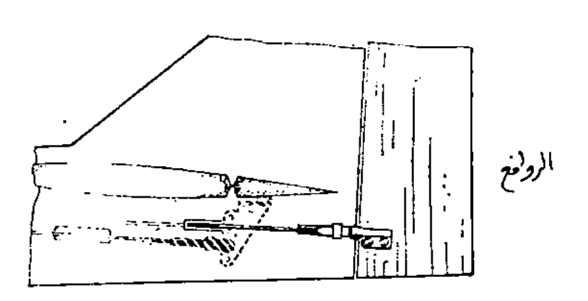
الشكل اعلاه يبين مراحل تصنيع ذراع الدفة وطريقة توصيله بالمحرك المؤازر.

وهنـالـك نوع آخر من اذرع التوصيل يتألف من انبوب مرن بلاستيكي وبداخله سلك معدنيٍ او بلاستيكي ايضاً ويدعى هذا النوع (Tube and Cable) او يدعى احياناً الافعى (Snake) وذلك لمرونته. ولكن هذه الانواع لا تخلو من الاحتكاك الناتج من حركة السلك الداخلي مع الانبوب وخاصة اذا كانت فيه انجناءات. ويبقى بعد هذا لكل طريقة توصيل عيوبها ومحاسنها. وعلى مصنع هذه النماذج اختيار الطريقة المثلى حسب ظروف العمل ونوع النموذج المصّنع.



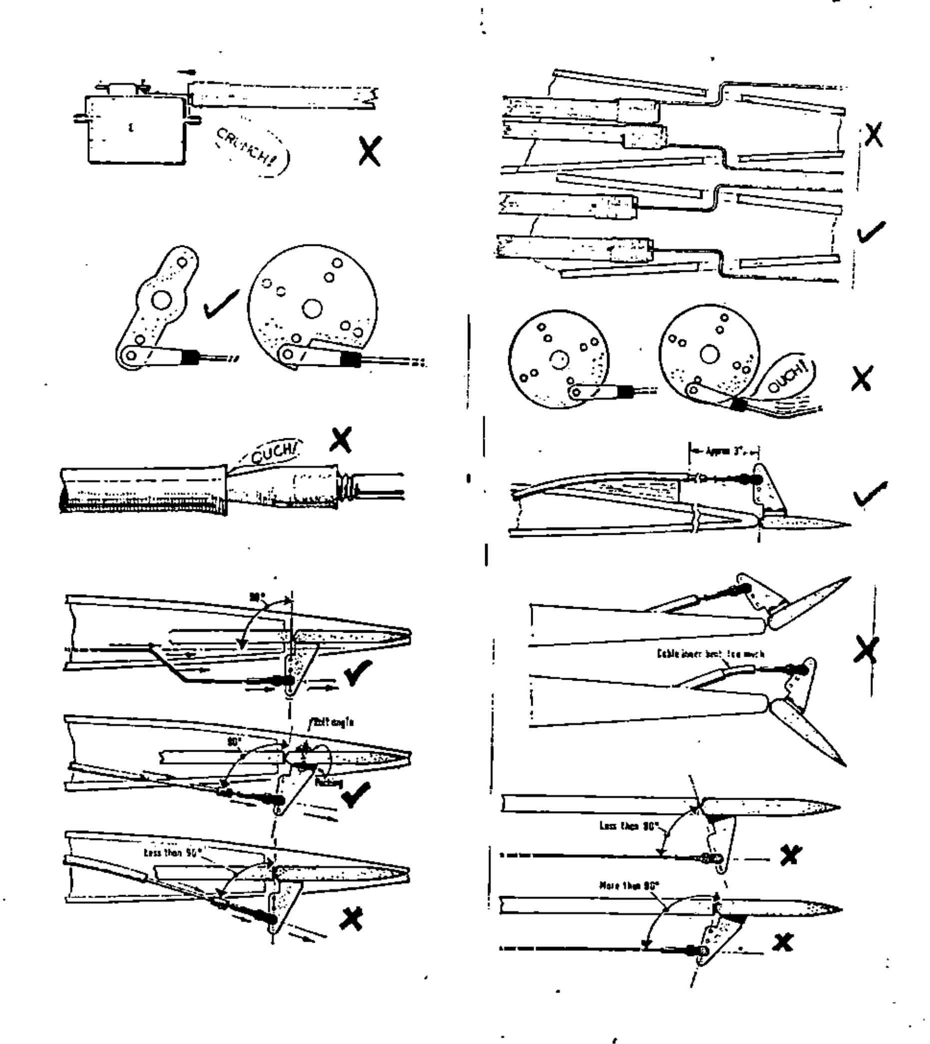
٢ - توصيل الروافع (Elevators) مع المحرك المؤازر (Servo)

بنفس طريقة توصيل الدفة مع المحرك المؤازر يمكننا ان نوصل الروافع مع المحرك المؤازر كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل اعلاه يبين طريقة توصيل الروافع مع المحرك المؤازر

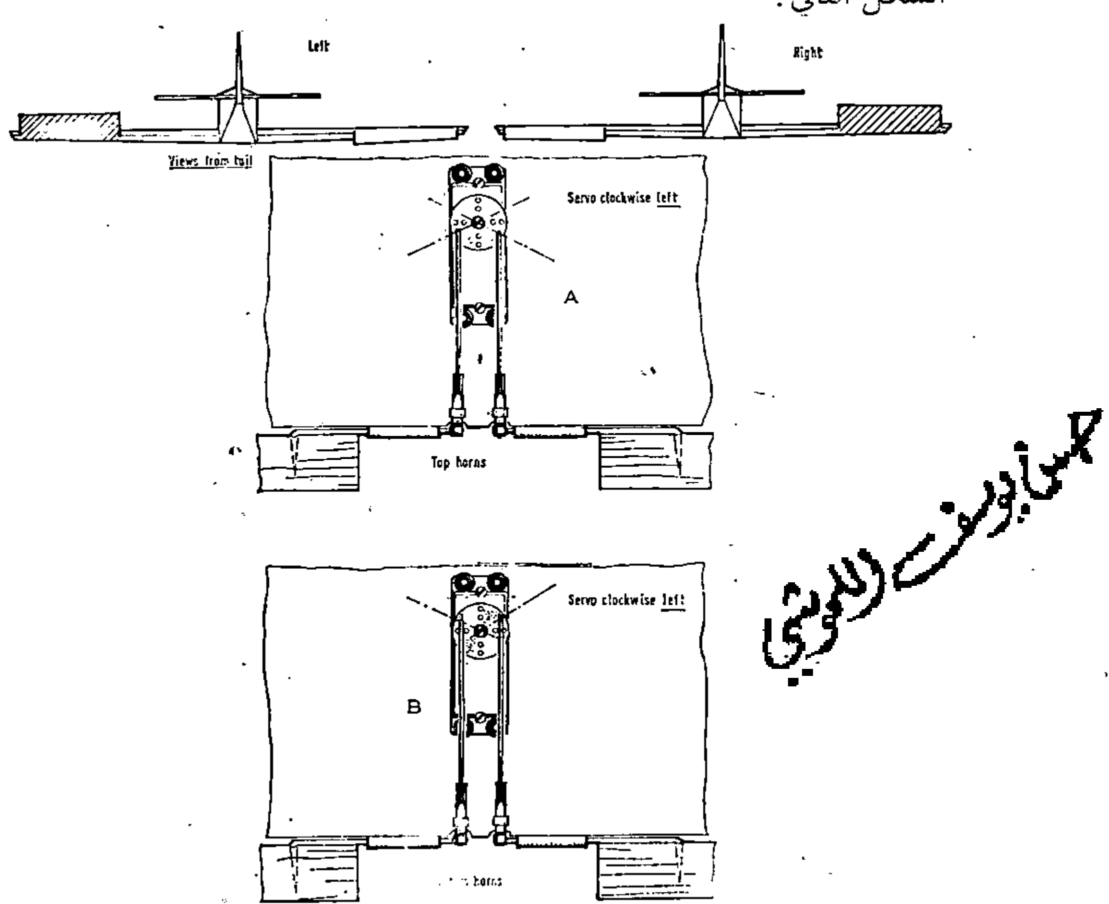
عند تثبيت ذراعي توصيل الدفة والروافع مع المحركات المؤازرة (Servos) الخاصة بها يجب مراعاة عدم تعارض احدهما مع الاخرى او مع جسم الطائرة او مع بقية الاجزاء بأي شكل من الاشكال، لأن ذلك يسبب للمحرك المؤازر اجهاداً كبيراً، وربما بسبب تلفه او يسبب عطل الطائرة، بل سقوطها اثناء الطيران، بسبب تعذر السيطرة عليها.



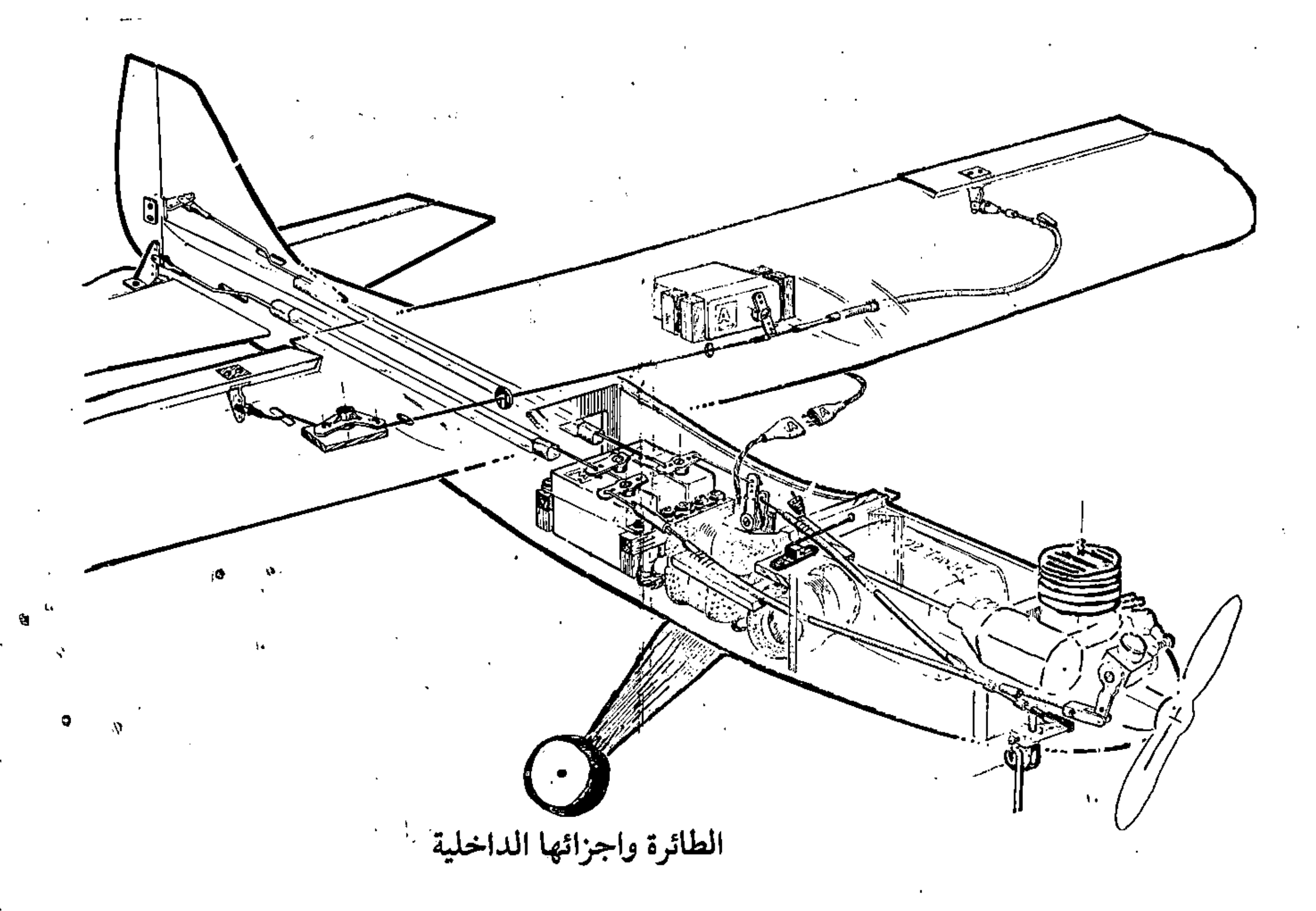
الاشكال اعلاه تمثل الصحيح والخطأ في تركيب الاجزاء المتحركة

٣ ـ توصيل الجنيحات (Ailerons) مع المحرك المؤازر (Servo)

يتضح مما سبق ان حركة الجنيحات هي حركة عكسية، اي ان اتجاه الواحدة هو عكس اتجاه، الاخرى، فاذا كانت الجنيحات تمتد على طول الجناح امكن حينئذٍ استخدام توصيلات خاصة بالجنيحات تدعى (Ailerons Linkages)، وهي في غاية البساطة، اذ يمكن تثبيت كل توصيلة على جنيح بحيث يكون موقع المحرك المؤازر في وسط جناح الطائرة. كما هو موضح في الشكل التالي:

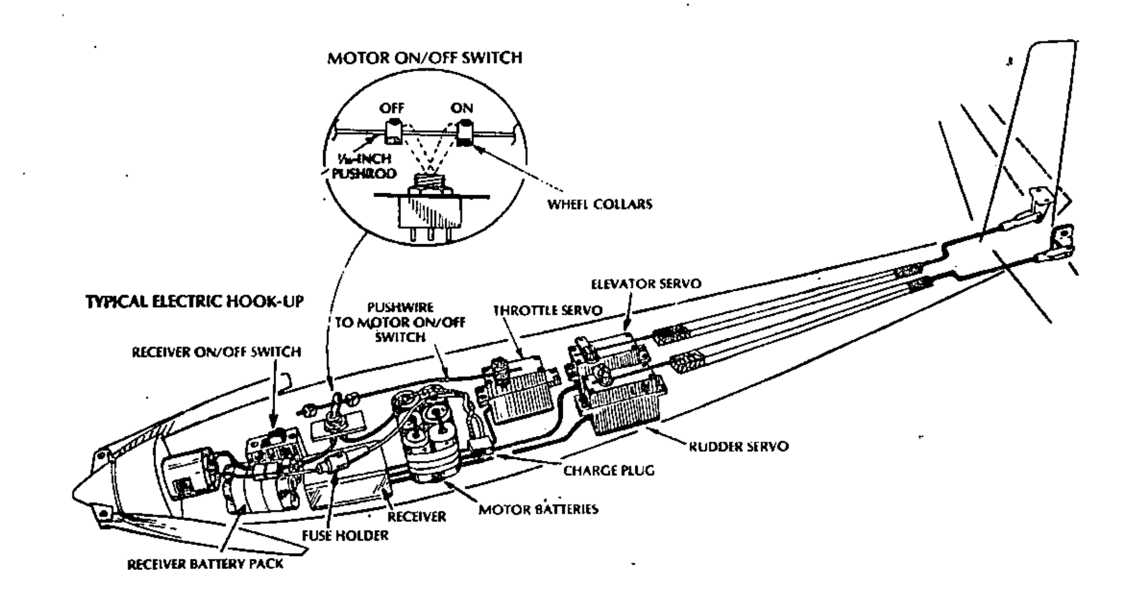


كذلك يمكن استخدام طريقة اخرى في هذا الشأن تستند الى ما يسمى بمرافق تغير اتجاه الحركة (Bell - Crank) على كل جناح، وتستخدم هذه الطريقة عادة اذا كانت الطائرة تحتوي على جنيحات وخوافق.



الطائرة واجزائها الداخلية

مخطط نموذج طائرة موجهه لاسلكياً يبين الاجزاء كاملة من الداخل



Electric Glider طائرة كهربائية شراعية

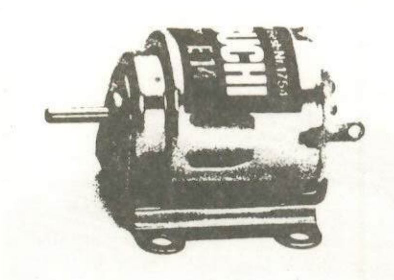
المحركات وانواعها Engines

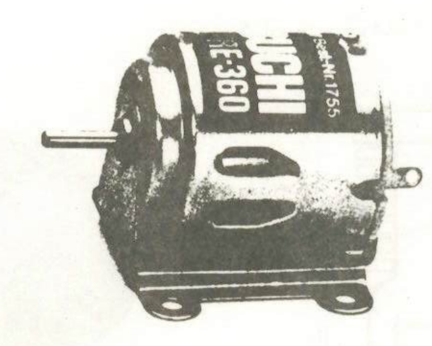
توجـد انواع عديدة من محركات نماذج الطائرات تصّنف من حيث نوع الوقود المستخدم لها، أو طريقة عملها وتصميمها.

ان محركات الطائرات التي تشتغل على قوة البطارية فقط تسمى المحركات الكهـربـائية، وهنـاك محـركات الديزل، وقد سميت بهذا الاسم نسبة الى مخترعها الالماني ديزل، حيث انها لا تستخدم شمعة توهجٍ، ولكنها تستخدم منـظم لغـرفة الضغط، ويتكون وقود هذه المحركات عادة من الايثر والنفط الابيض ودهن الخروع، وهذه المحركات بطبيعتها تسبب اهتزازات غير مرغوب فيها، وهي بطيئة الاشتغال، والغاز العادم فيها ملوث، واستخدام مثل هذه المحركات أقل شيوعاً من المحركات ذات شمعات التوهج.

ان المحركات ذات شمعات التوهج تعتبر اكثر الانواع استخداماً في نماذج الطائرات، لأنها لاتولد اهتزازات بقدر ماتولده الاولى، ووقودها يتألف من مادة الميثانول ودهن الخروع. وهي سهلة التشغيل، وتكون في العادة ذات شوطين، ومحركها يتألف من مكبس بداخل اسطوانة في اعلاها توجد شمعة التوهج، وعـلى الجـانب فتحة لخروج العادم، وذراع المكبس ذو النهاية الكبيرة يتصل بالمحور القلاب وبذراع الدوران.

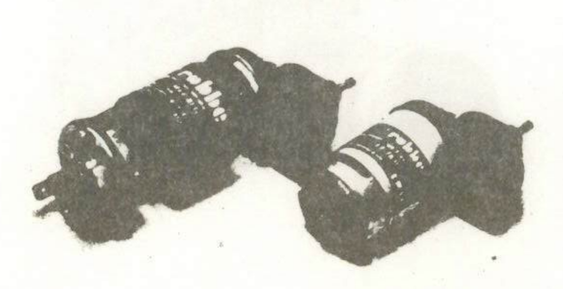
ان القدرة الحصانية تعتمد على حجم المحرك ونوعه، وسرعة دوران هذه المحركات عالية جداً تتراوح بين (١٠٠٠٠ - ٢٠٠٠٠) دورة بالدقيقة، وربما اقل او اكثر فهي تعتمد على نوع المحرك وكفائته، انظر الى الرسم التوضيحي للمحـرك ذي الشوطين واجزائه الدخلية، حيث ان في مقدمة المحرك يوجد خلاط الوقود (Carburator)، وهو يحتوي على فتحة لدخول الهواء واخرى لدخول الوقود، وتحتوي ايضاً على منظم الوقود (الابرة) (Needle)، وفي أعلى الخلاط يوجد الخناق (Throtle)، الذي يسيطر على كمية دخول الهواء وسحب الوقود من الخزان. وهناك نماذج محركات توضع داخل نفق هوائي تشبه نماذج المحـركات النفاثة، تدعى (محرك المروحة النفقية Ducted Fan)، واخرى نفـاثة (Jet) لا يوجد فيها مكبس تعمل على الوقود السائل، كما توجد نماذج محـركـات تعمل بالبنزين الاعتيادي، واخرى تعمل على غاز ثاني اوكسيد الكربون Co_2. أن انواع هذه المحركات موضحة في الصور التالية:

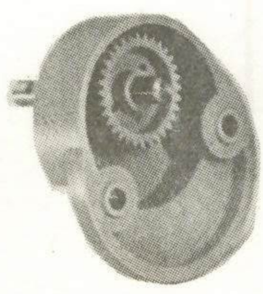






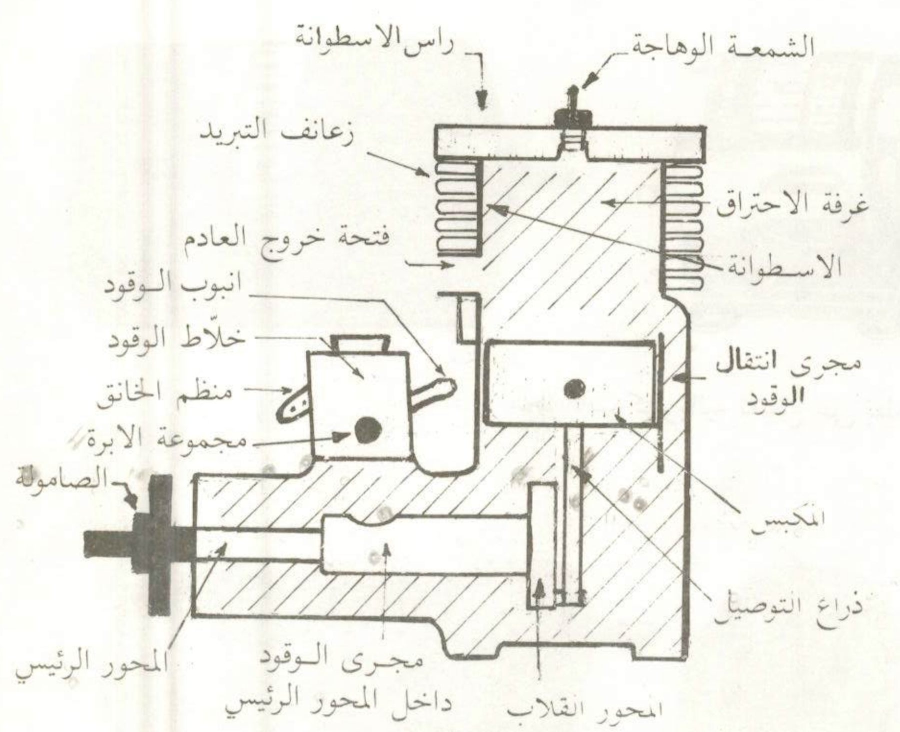
محركات كهربائية تعمل على بطارية .



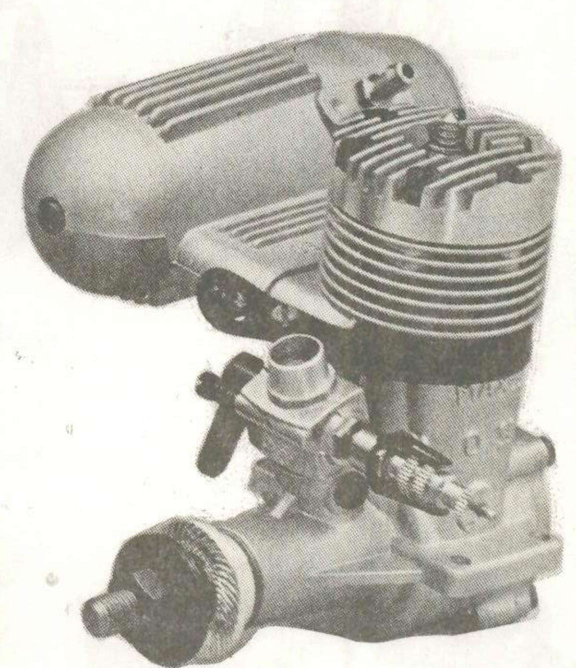




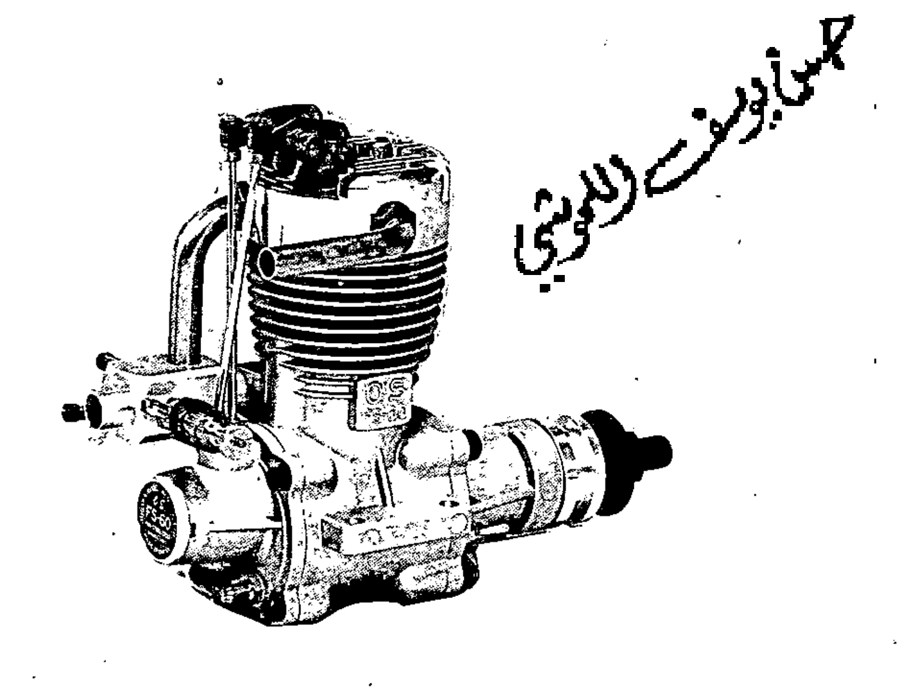
محركات كهربائية ذات مقلل سرعة .



رسم توضيحي لاجزاء محرك مكبسي ذي شوطين بشمعة وهاجة .



محرك مكبسي ذو شوطين .



محرك مكبسي ذي اربعة اشواط .

مقارنه بين محركات الشوطين والاربعة اشواط .

محركات الشوطين .	محركات الاربعة اشواط
(١) السرعة عالية ربما ١٠ ـ ٢٠ الف دورة في الدقيقة	السرعة اقل من سرعة محركات الشوطين بحدود (٣ ـ ١٣) الف دورة في الدقيقة
(٢) استهلاك الوقود اكثر	استهلاك الوقود اقل نسبياً
(٣) القوة الحصانية اكبر	القوة الحصانية اقل نسبياً
(٤) الصوت الخارج وتردده عاليان	الصوت وتردده اقل
(٥) سعر شراء المحرك رخيص نسبياً	سعر شراء المحرك غالي نسبياً
(٦) بسيط التركيب نسبياً	معقد التركيب نسبياً
(٧) صيانته اسهل	صيانته اصعب

Carburator خلاّط الوقود

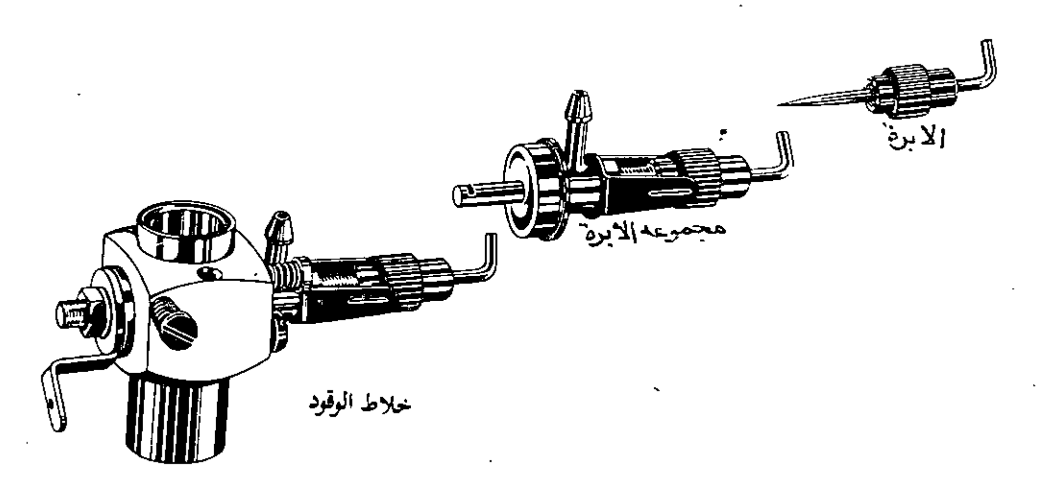
وهو الجزء الذي يتم فيه خلط الهواء مع الوقود بنسبة معينة، ويتم بواسطة التحكم بكمية الوقود الداخلة الى المحرك، وبالتالي يتم السيطرة على سرعة المحرك.

وهناك انواع عديدة من خلاطات الوقود تختلف في اشكالها وفي الاجزاء المكونة لها، ولكن جميعها تحتوي على ابرة (Needle) ومجموعة الابرة (Needle Valve Assembly) وأنبوب الوقود، حيث يجب توصل انبوب الوقود بخزان الوقود الخارجي، وتوجد بعض خلاطات الوقود تحتوي على منظم الخانق (Throtle Valve) وبعضها الآخر لا تحتوي على منظم الخانق وهو يسمى (Fixed Throtle Carburator)، هذه الخلاطات يصعب اطفاء محركها الا بعد نفاذ الوقود في خزان الطائرة عندما تكون في الجو.

ان خلاطات الوقود التي تحتوي على منظم الخانق يمكن التحكم فيها بسرعة المحرك بصورة منتظمة ويمكن أيضاً اطفاء المحرك وهي في الجو.

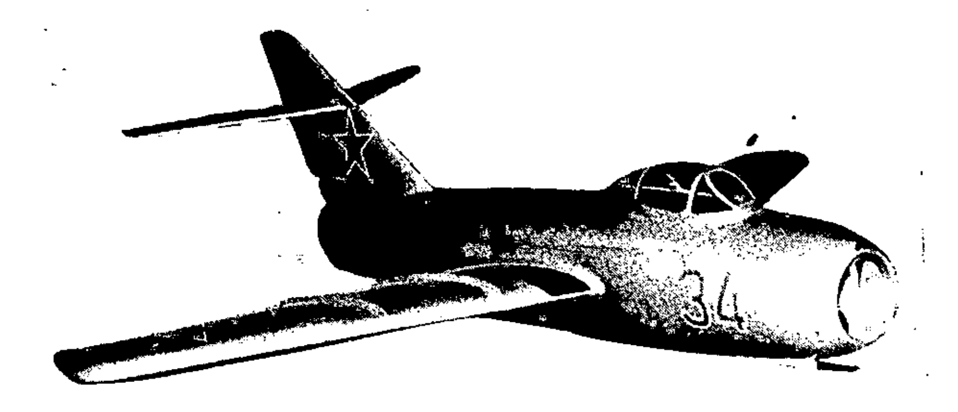
وهناك منظمات اخرى مثل منظم دخول الهواء (Air Intake Adjusment) ومنظم لتغيير حركة منظم الخانق (Throtle Stop).

وهذه الاجزاء تجدها موضحة في الاشكال التالية:

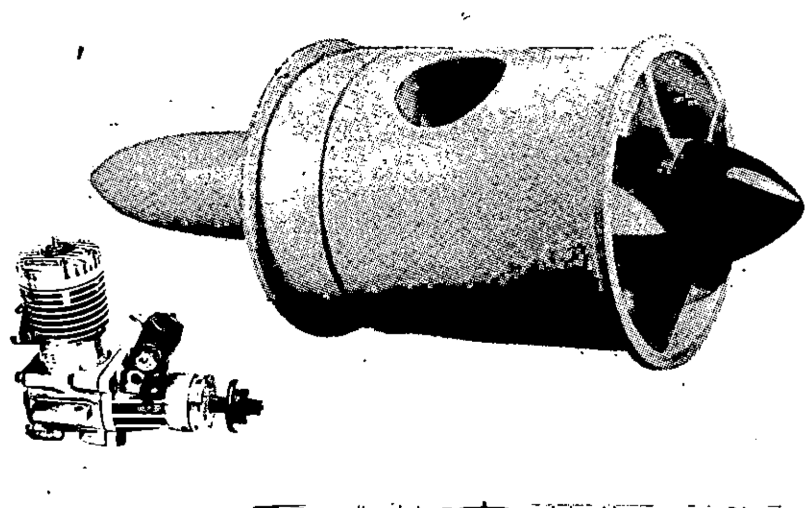


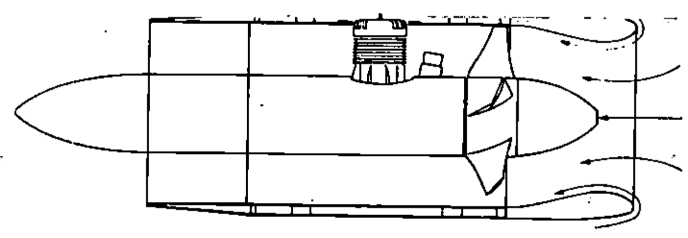
الاشكال اعلاه تبين خلاط الوقود وأجزاءه

Ducted Fans



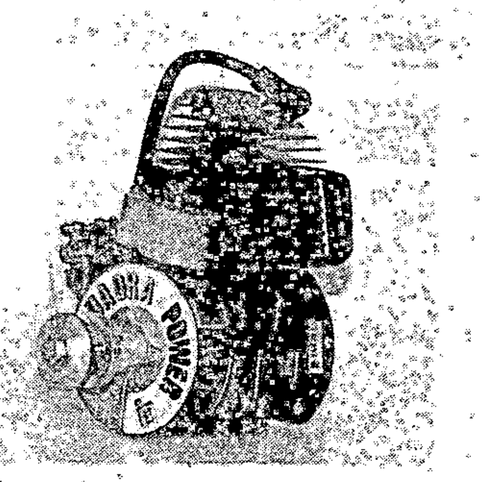
محرك المروحة النفقية يستخدم محرك مكبسي ذو شوطين

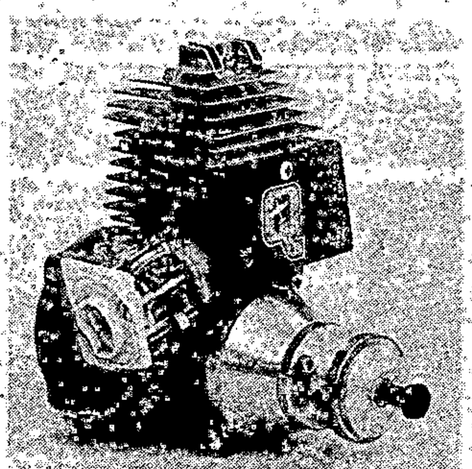


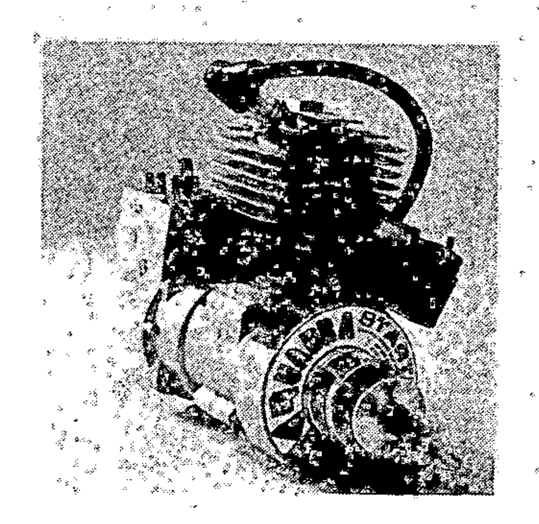


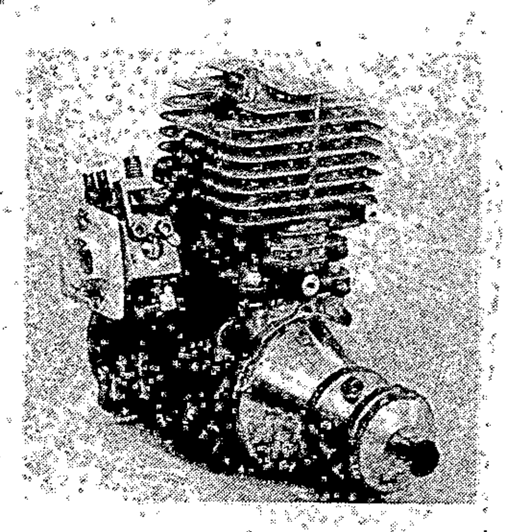
محرك المروحة النفقية [Ducted Fan]











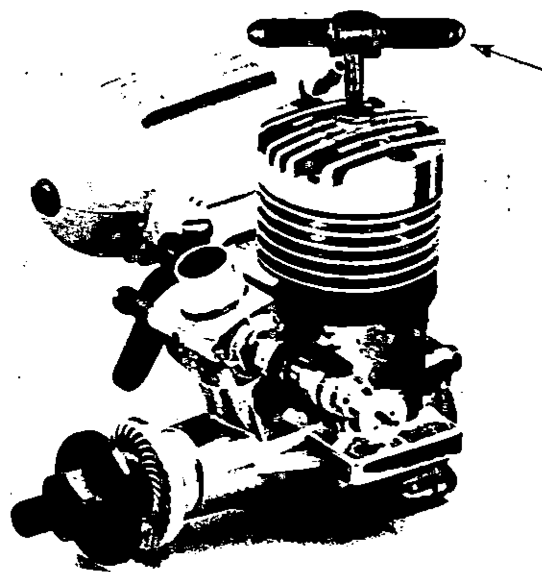
محركات نمـادج طائرات تعمـــل بالبانزين

محركات الديزل «Deisel Engines»

في هذا النوع من المحركات لاتوجد شمعة وهاجة، كما عرفنا سابقاً. ولكن يوجد منظم ضغط Compresion Screw بدلاً من الشمعة الوهاجة، وفي نفس مكانها تقريباً، والأختلاف الآخر هو نسبة الانضغاط (Campresion Ratio) حيث تكون هذه النسبة في هذا النوع من المحركات اعلى من محركات الشمعة الوهاجة.

كذلك الوقود المستعمل لهذا النوع من المحركات يتألف من الايثر والنفط الأبيض ودهن الخروع بنسب متساوية تقريباً.

وتركيب هذا النوع من المحركات يشبه الى حد كبير تركيب محرك الشوطين الذي تم شرحه فيما سبق، عدا عدم وجود الشمعة الوهاجة، وكذلك هو يحتوي على منظم الضغط.



محرك ديزل

مقارنة بين محركات الديزل والشمعة الوهاجة

الديزل Deisel Engines	الشمعة الوهاجة Glow Plug Elgines
(١) لا يحتاج الى بطارية عند التشغيل.	(١) يحتاج الى بطارية لغرض التشغيل الأولي
(٢) نسبة الانضغاط عالية.	(٢) نسبة الأنضغاط اقل.
(٣) التشغيل في البداية بطيء.	(٣) التشغيل في البداية اسرع.
(٤) الوقود مكون من الأيثر والنفط الأبيض ودهن الخروع.	(٤) الوقود مكون من الميثانول ودهن الخروع واحياناً تضاف كمية قليلة من النايثروميثان.
(٥) العادم الناتج عن الأحتراق يوسخ الطائرة اكثر، وسام.	(٥) العادم الناتج يوسخ الطائرة أقل، وسام ايضاً

Donnees techniques · Technical data

نوع المحرك	No	حجم المحرك cm³	Sans silencieux Less silencer g env. g appr.	Puissance Output القدرة ، القوة الحصانية kW (HP) env. appr.	عدد الدورات في الدقيقة t/min rpm	mm	mm	قطر المحور ونوعه
HB 12	1523	2,00	140	0,22 (0,3) 10000 t/min	2000–16000	13,5	14.0	M 5
HB 15	1524	2,50	145	0,28 (0,38) 13000 t/min	2000–16000	15.0	14.0	M 5
HB 20	1525	3,27	180	0,33 (0,45) 12500 t/min	2000–16000	16,1	16,0	1/4"–28 UNF
HB 21 PDP	1519	3,48	245	0,63 (0,86) 28000 t/min	3000–28000	16.6	16,1	1/4"–28 UNF
HB 21 PDP Marine	1520	3,48	320	0,63 (0,86) 28000 t/min	3000–28000	16,6	16,1	1/4"–28 UNF
HB 21 PDP CAR	1521	3,48	238	0,61 (0,83) 28000 t/min	3000–28000	16,6	16,1	1/4"–28 UNF
	1522	3,48	238	0,63 (0,86) 28000 t/min	3000–28000	16.6	16,1	1/4"–28 UNF
HB 25	1527	4.08	190	0,52 (0,7) 15000 t/min	2000–18000	18,0	16,0	1/4"–28 UNF
HB 25 H	1527·64	4.08	210	0,37 (0,5) 13000 t/min	2000–18000	18,0	16.0	1/4"–28 UNF
HB 25 Marine	1528	4,08	305	0,52 (0,7) 15000 t/min	2000–18000	18,0	16,0	1/4"–28 UNF
HB 25 Buggy	1541	4.08	268	0,52 (0,7) 15000 t/min	2000–18000	18.0	16.0	1/4"–28 UNF
HB 40	1529	6,47	340	0,59 (0,8) 13000 t/min	1800–16000	20,0	20,6	1/4"–28 UNF
HB 40 PDP	1542	6,47	340	0.88 (1,2) 17000 t/min	1800–18000	20.0	20.6	1/4"–28 UNF
HB 61 PDP	1533	9,97	415	1,29 (1,75) 16000 t/min	1800–17000	24.0	22,0	1/4"–28 UNF
HB 61 PDP STAMO	79/13	9.97	770	1,06 (1,44) 12800–14200 t/min	1800–20000	24,0	22.0	1/4"–28 UNF

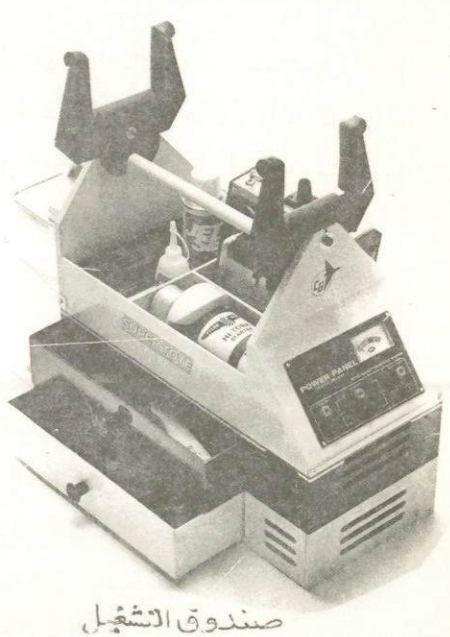
جدول خاص يبين خصائص وموصفات بعض المحركات وقدرتها الحصانية بالنسبة لعدد الدورات

التشغيل (Operation)

يُملأ خزان الوقود بالوقود، ويجب ان يكون مستوى هذا الخزان بمستوى خلاط وقود المحرك تقريباً، ثم تفتح الابرة بحدود ثلاث دورات تعتمد على نوع المحرك، ويفضّل سحب قليل من الوقود الى الخلاط عن طريق غلق فتحة الهواء وتدوير المروحة دورة او دورتين عكس اتجاه عقرب الساعة، ثم توصل اسلاك الى شمعة التوهج متصلة ببطارية خاصة ذات (١,٥) فولت وبحدود (٦) أمبير في الساعة، وذلك لان شمعات التوهج تستهلك تياراً عالياً من البطارية، ويجب ان يكون السلك الوهاج فيها محمراً، ثم تدوّر مروحة المحرك عكس اتجاه عقرب الساعة مع اتخاذ الاحتياط الكامل تجاه الخطورة التي يمكن ان تسببها هذه العملية، فقد يحدث ان تضرب المروحة اليد فتنتج عن ذلك اضراراً كبيرة، وعند اشتغال المحرك ابدأ بتنظيم الأبرة محاولاً تقليل كمية الوقود تدريجياً، علماً بأن منظم فتحة دخول الهواء يجب ان يكون مفتوحا كلياً الى ان يبدأ المحرك بالاشتغال بأقصى سرعة، ويمكنك معرفة ذلك من صوت الاشتغال ومن وجود الخبرة لديك، بعدها ارفع اسلاك توصيل البطاريةمن شمعة التوهج، ثم ابدأبفحص كفاءة اشتغال المحرك، وذلك بأن ترفع الطائرة الى الأعلى لفترة قصيرة، حيث يجب أن لايتغير اشتغال المحرك من جرّاء هذه العملية.

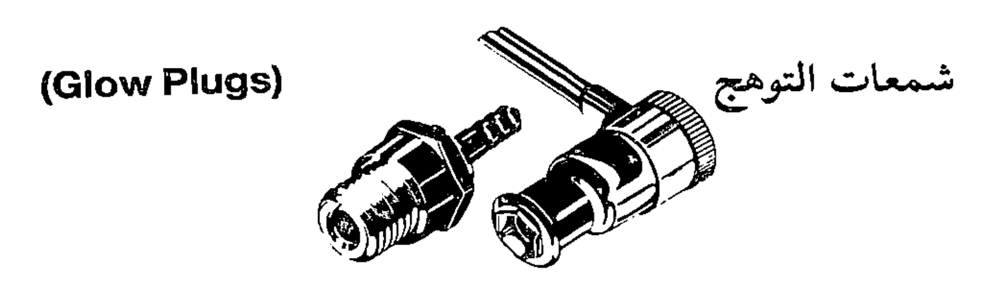


بادي التشغيل (Starter)



صندوق التشغيل

شمعات التوهج (Glow Plugs)



تتكون شمعات التوهج هذه عادةً من سلك وهاج مصنوع من مادة مثل مادة التنكستن، وهــو سلك ذو مقـاومـة عالية للتيار الكهـربـائي، واغلب هذه الشمعات تشتغل من جراء فرق جهد (١,٥) فولت أو (٢) فولت، وتيار عالي بحدود (٦) أمبير، ويمكن الحصول على ذلك من بطارية خاصة ذات (٥ ـ ١٠) أمبير بالساعة مثلاً.

الــوقــود (Fuel)

الوقود في المحركات ذات الشمعة الوهاجة يتكون من مادة الميثانول بنسبة (٨٠٪) ودهن الخـروع بنسبة (٢٠٪)، وأحياناً تضاف الى ذلك مادة اخرى تسمى النايتروميثان بنسبة قليلة تكون بحدود (٥٪) اذا كان الجو بارداً، ولا داعي لاستعمال هذه المادة في الاجواء الحارة، فتصبح نسبة الوقود كالاتي :ـ

١ ـ ميثانول بنسبة ٧٥٪

٢ ـ دهن خروع بنسبة ٢٠٪

٣ ـ نايترو ميثان بنسبة ٥٪ (يضاف فقط في الأجواء الباردة، ولتحسين كفاءة اشتغـال المحرك) ان هذه الخلطة الكيمياوية شدية الاشتعال، ولذلك يجب اتخاذ مايلزم من الحذر في حالة التعامل مع هذا الوقود الذي قد يسبب ضرراً كبيراً لمن يمس عينه أو فمه، وفي هذه الحالة يجب المبادرة الى المعالجة الطبية فوراً.

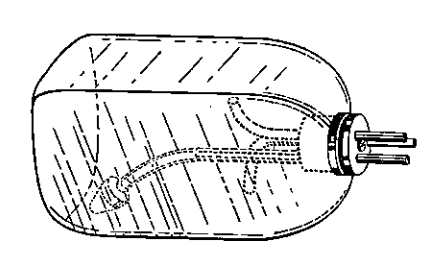
خزان الوقود (Fuel Tank)

ان خزانات الوقود في نماذج الطائرات تكون خاصة مصممة لتلائم طبيعة الطائرة وهي في الجو حيث يمكن ان تكون الطائرة في وضع تسلق او انحدار، وفي كل هذه الحالات يجب ان يكون الخزان مهيئا لتجهيز المحرك بالوقود. وهذا الخزان يتكون اعتياديا من وعاء من البوليثين متصل بثلاثة أنابيب هي :

أ ـ أنبوب الملي. ب ـ أنبوب التنفيس. ج ـ الانبوب العائم.

وهناك نوع آخر يحتوي على انبوبين فقط، حيث يتم التعويض عن أنبوب الملي بالانبوب العائم، وفي الأشكال والصور التوضيحية يمكن مشاهدة وضعيتها في اماكنها من الخزان.





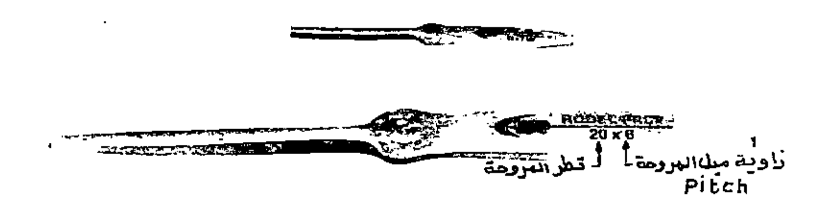
خزان الوقود وملحقاته

المراوح (الرفاسات) Propallers

لقد تم تصميم المراوح حب القطر الذي يمثل المسافة بين طرفي المروحة، وكذلك حسب درجة الميَـل (pitch)، وهي المسافة التي تقطعها المروحة في دورة كاملة.

ان مصنعي المحركات هم الذين يقدّرون عادةً قياسات المروحة الخاصة بالمحرك، ولكن الكفاءة القصوى للمروحة تحسب على اساس الخبرة والنموذج المستعمل في الطيران، فكلما قل الميل قل الدفع ويزداد دوران المحرك. ان هذه المراوح تصنع إما من مادة البلاستك وإما من الخشب وإما من الزجاج الفايبري، ولكن افضل هده المراوح هي المراوح المصنوعة من الخشب، وذلك للدقة العالية التي تصنع منها، ولكنها سرعان ماتنكسر اذا تعرضت الى أية صدمة.

أما تلك التي تصنع من مادة البلاستيك فهي اكثر استخداماً لانها أقوى بكثير من الخشب، غير انها مرنة واقل كفائة من المراوح الخشبية، وفي الصورة التالية بعض أنواع هذه المرواح...



صورة لمراوح نماذج الطائرات

ان ممارسة هواية نماذج للطائرات المسيرة تتطلب معرفة المزيد من المعلومات عن البطاريات، سواء كان ذلك عن انواع هذه البطاريات او تركيبها او كيفية التعامل معها او ربطها مع بعضها او ربطها مع دوائر اخرى. وقد لايتسع هذا الكتاب كله لشرح هذه الامور بالتفصيل. ولكن من الممكن هنا ذكر المعلومات المهمة المتعلقةبهذه الهواية فقط. وفيما يلي اهم انواع البطاريات المستخدمة في هواية نماذج الطائرات :

١ ـ بطاريات النيكل كادميوم. (حيث تكون فولتية كل بطارية 1.2V)(قابلة للشحن).
٢ ـ بطاريات الرصاص. حيث تكون فولتية كل بطارية 2V (قابلة للشحن).
٣ ـ بطاريات الخارصين كاربون. حيث تكون فولتية كل بطارية 1.5V (غير قابلة للشحن).

ويمكن تمييز انواع هذه البطاريات من الفولتية المثبتة عليها او مضاعفاتها او من الكتابة المكتوبة عليها في كثير من الاحيان.

ويكتب على كل من بطاريات النيكل كادميوم والرصاص عبارة (Rechargable) اي قابلة للشحن. ويستحسن شحن هذه البطاريات بشاحنات خاصة تعطي تياراً ثابتاً (constant current) ويجب ان يكون هذا التيار محسوباً، كذلك زمن الشحن. وفيما يلي طريقة حساب تيار الشحن لهذه البطاريات وزمنه :

تلاحظ سعة البطارية المدونه بالامبير / ساعة، فمثلاً بطارية من نوع نيكل كادميوم كتب عليها المعلومات التالية : 1.2V,500 mA/H .

$$\text{تيار الشحن «A»} = \frac{\text{سعة البطارية}(A/H)}{10} = \frac{0.500}{10} = A\ 0.050 = 50 \text{ ملي امبير}$$

اما زمن الشحن فيحسب من المعادلة التالية :

$$\text{زمن الشحن بالساعة} = \frac{\text{سعة البطارية «A/H»}}{\text{تيار الشحن «A»}} \times \text{معامل الشحن}$$

حيث يكون معامل الشحن ما بين 1.2-1.4.

فيكون زمن الشحن للبطارية 1.2V,500mAH في المثال السابق هو:

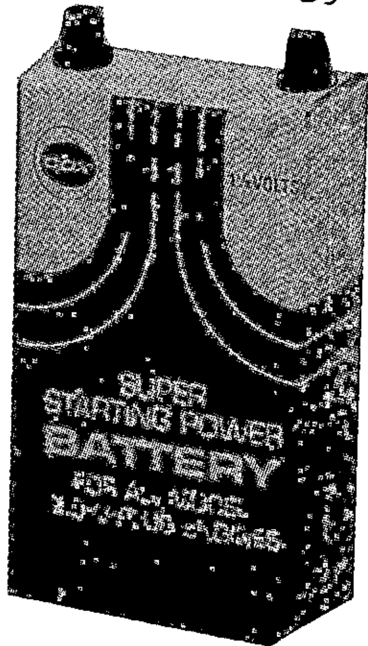
$$\text{زمن الشحن} = \frac{0.5}{0.05} \times 1.2 = 12 \text{ ساعة}$$

اي ان زمن الشحن يكون من12 – 14 ساعة تعتمد على معامل الشحن.

اما بالنسبة الى درجة الحرارة التي يتم فيها شحن البطارية فيجب ان لاتزيد عن ٤٥ درجة مئوية (45C°) بأي حال من الاحوال، وان الدرجة المثلى للشحن هي درجة حرارة الغرفة اي بحدود ٢٠ درجة مئوية ويجب ان لاترتفع درجة حرارة بطارية الشحن الا قليلاً، وربما لا تلاحظ في الحالات الاعتيادية . اما اذا اردنا تقصير زمن الشحن مثلاً فعلينا ان نزيد من تيار الشحن كما هو واضح من معادلة زمن الشحن اعلاه . ولكن هذه العملية تتلف بطارية الشحن على المدى البعيد على نحو اسرع مما لو شحنت بالطريقة الاعتيادية . كما ان درجة حرارة البطارية المشحونة تبدأ بالارتفاع كلما زدنا تيار الشحن . فمثلاً اذا اردنا ان نزيد تيار الشحن من 50mA الى 500mA الشحن كما يلي :

زمن الشحن بالساعة = $\frac{0.05}{0.5} \times 12 = 1.2$ ساعة . وهكذا

وطريقة الشحن السابقة هذه تستخدم غالباً في شاحنات البطاريات التي يكون مصدرها بطارية سيارة مثلاً، لان الشخص قد يكون في نزهة لممارسة هواية طيران نموذج طائرة مزودّ بمحرك كهربائي يعمل على بطارية نيكل كادميوم، او لأغراض اخرى مماثلة .



الفصل الرابع

السيطرة اللاسلكية Radio Control

جهاز الارسال Transmitter

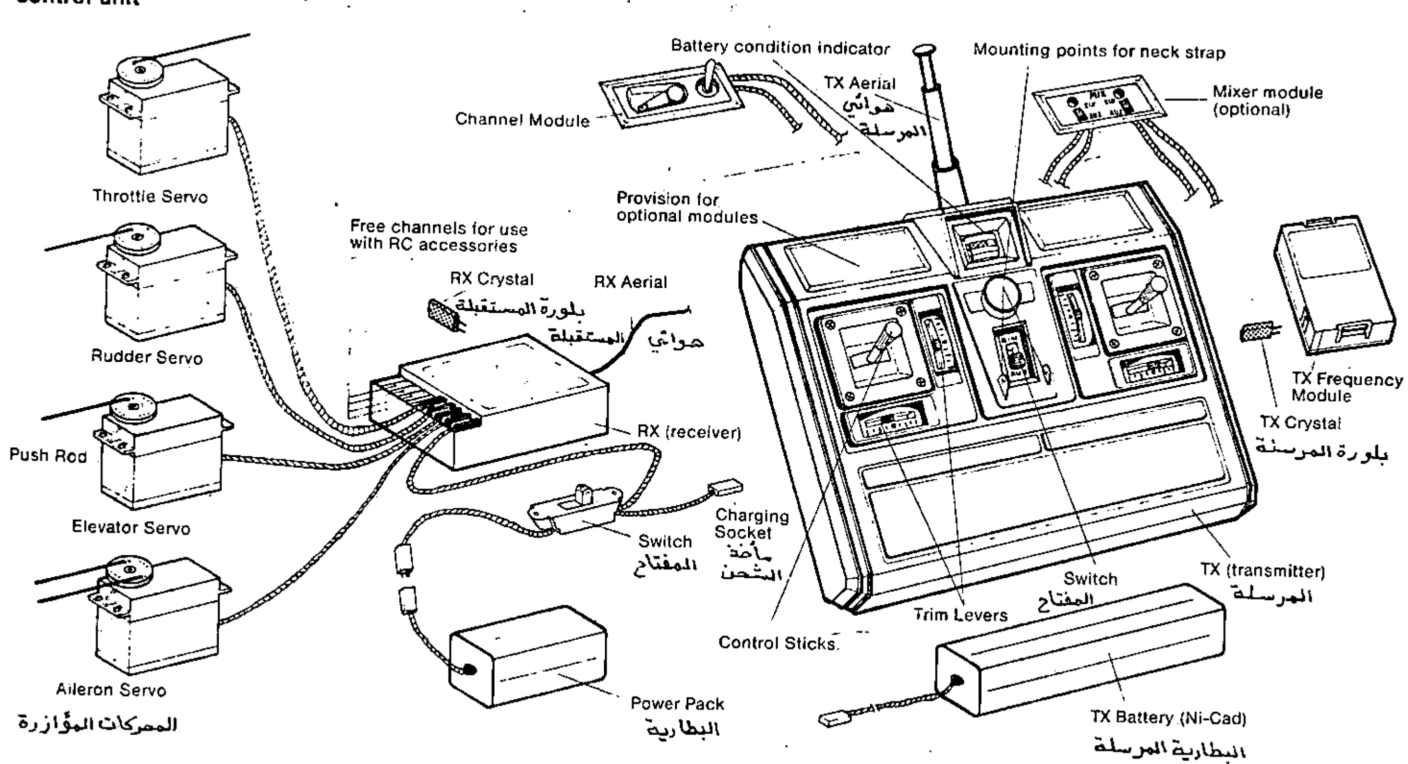
ان الفكرة الاساسية لاي جهاز سيطرة تناسبي (Proportional) لاسلكي سواء كان كمياً (Analogue) أو عددياً (Digital) هي كما مبين في المخطط الكتلي.

لنبدأ بالمرسلة وهي بصورة عامة الاشارة الداخلة تحدد بموضع عصا السيطرة، Control Stick أي ان الحركة الميكانيكية تحول الى فولتية صغيرة بواسطة المقاومة المتغيرة المرتبطة مع العصا، وان هذه الفولتية تستعمل للسيطرة على دائرة مغير الرموز (Multiplexor) وان الغرض من دائرة مغيرالرموز هو لتحويل الفولتية الى شكل مناسب للسيطرة على التمويج (Modulation) في الاسال. ان في كثير من الاجهزه تكون دائرة مغيّر الرموز تستخدم في الارسال على طريقة الموجات المتعددة (Multi- Channels) وطبيعة هذه الدائرة تعتمد على نوع التمويج المستخدم. ان المّموج يركب معلومات القناة على الموجة الراديوية، وقد صُممت الطريقة لكي تحمي من ان يتداخل الارسال مع الموجات الاخرى ذات الترددات القريبة. وبهذا نكون قد حولنا حركة ميكانيكية الى موجة راديوية يمكن ارسالها من الهوائي.

جهاز الاستقبال Receiver

في الاستقبال يمكننا ان نلاحظ ان العملية تكون معكوسة لما هو عليه في عملية الارسال كما هو مبين في المخطط الكتلي لجهاز الاستقبال. ان جهاز الاستقبال يمّيز الاشارة القادمة لكي يولد اشارت مماثلة لما هي عليه في موجة جهاز الارسال. ان الموجة في هذه النقطة تحتوي على المعلومات لجميع الاشارات المطلوبة وان الموجات الراديوية قد ازيلت، أذ ان دائرة حّلال الرموز (De - Multiplexor) تأخذ هذه الاشارة وتعمل على فصل المعلومات لكل قناة ولكل مكبر محرك مؤازر، وأخيراً فأن المحرك المؤازر ومضخمته تحول الاشارة الى حركة ميكانيكية، وهناك مقاومة متغيرة مربوطة الى محور الاخراج من اجل ان يجهز المضخمه بالمعلومات ليحدد موقع محور الاخراج للحركة في اي وقت بواسطة مقارنة الاشارة الداخلة مع الاشارة المغذاة خلفياً. ان مضخمة المحرك المؤازر تقرر الفرق بين الموقع المطلوب والحالي. حيث يقود المحرك الى الوضع الجديد حتى لايوجد اي فرق في الاشارتين.

Working description of a radio control unit



تخطيط سيطرة لاسلكية يستخدم في نماذج الطائرات



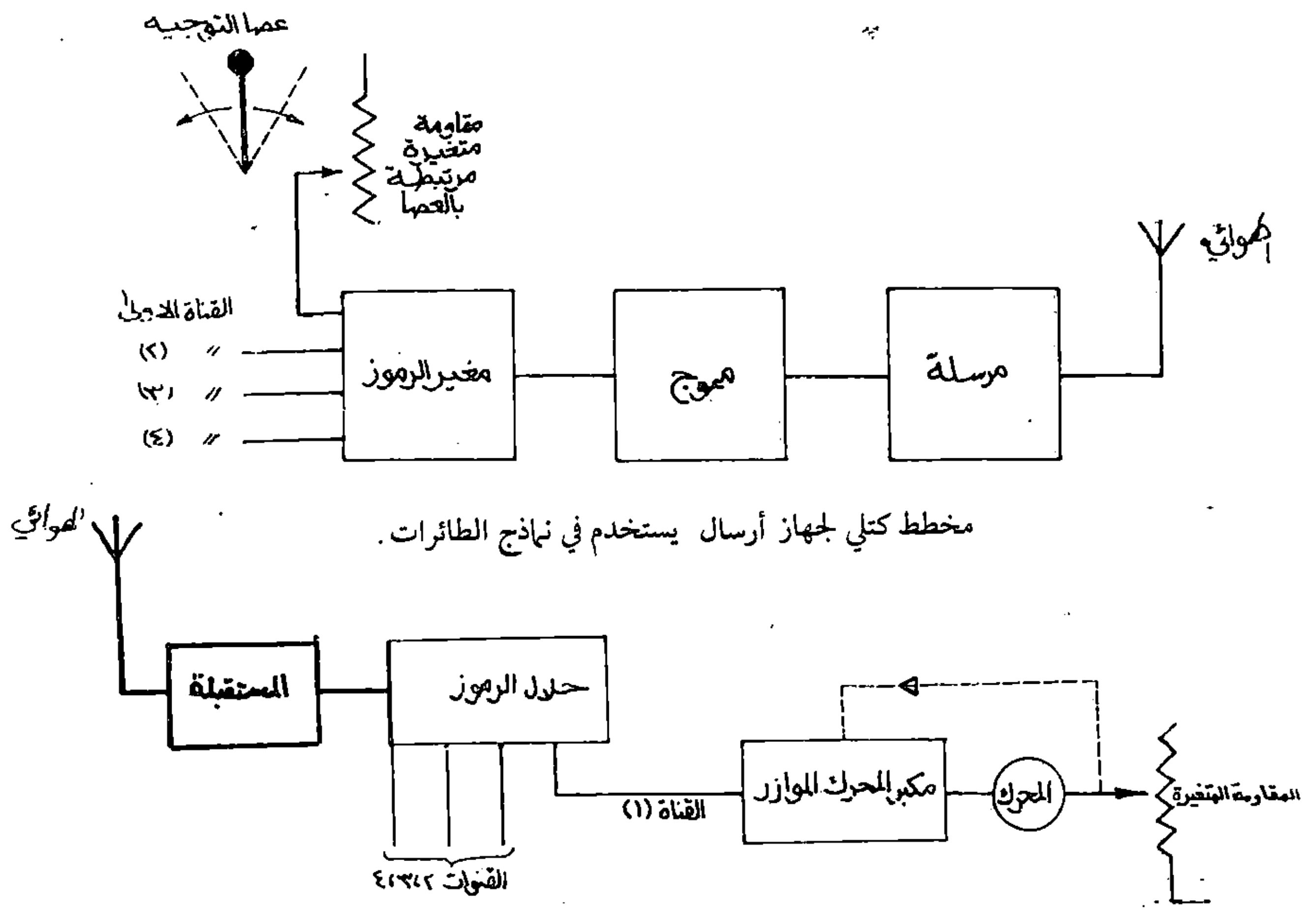
صورة لجهاز الارسال المستخدم في نماذج الطائرات مع جهاز الاستقبال والمحركات المؤازرة .

Caractéristiques techniques · Technical data

	Emetteur 4 canaux 4-channel transmitter		Emetteur 6 canaux C 6 SSM 27 6-channel transmitter C 6 SSM 27	Emetteur 8 canaux E 8 SSM 27 8-channel transmitter E 8 SSM 27
	C 4 SSM 27	E 4 SSM 40		
Licence des Postes Licence number	MF-71/72	MF-95/81	MF-51/78	MF-76/80
Mode d'émission Transmitting mode	A 9	A 9	A 9	A 9
Puissance de courant D.C. output	0.9 W	1,3 W	1 W	1 W
Fréquence d'emission Transmitter frequency	10 canaux dans la bande des 27 MHz 10 channels in the 27 MHz band	4 canaux dans la bande des 40 MHz 4 channels in the 40 MHz band	10 canaux dans la bande des 27 MHz 10 channels in the 27 MHz band	10 canaux dans la bande des 27 MHz 10 channels in the 27 MHz band
Quartz à fiches nécessaire des canaux Required plug-in crystal for channels	Code T 4 ... 19, 24, 30 Code letter T 4 ... 19, 24, 30	Code T 50 ... 53 Code letter T 50 ... 53	Code T 4 ... 19, 24, 30 Code letter T 4 ... 19, 24, 30	Code T 4 ... 19, 24, 30 Code letter T 4 ... 19, 24, 30
Réseau de canal Channel grid	20 kHz	10 kHz	20 kHz	20 kHz
Tension de service Operating voltage	9,6 ... 12 V	9.6 ... 12 V	12 V	9,6 ... 12 V
Consommation de courant env. Current drain approx.	75 mA	100 mA	90 mA	85 mA
Fonctions des canaux Channel functions	4, toules à commande de Trim 4, all trimmable	4, toutes à commande de Trim 4, all trimmable	6, dont 4 à commande de Trim 6, 4 trimmable	8, dont 4 à commande de Trim 8, 4 trimmable
Regime de température Temperature range	− 15 ... + 55 °C	− 15 ... + 55 °C	− 15 ... + 55 °C	− 15 ... + 55 °C
Longueur d'antenne Antenna length	1000 mm	1000 mm	1000 mm	1200 mm
Equipement Equipment	10 transistors, 5 diodes 10 transistors, 5 diodes	5 transistors, 6 diodes 5 transistors, 6 diodes	11 transistors, 6 diodes 11 transistors, 6 diodes	13 transistors, 9 diodes 13 transistors, 9 diodes
Encombrement env. Dimensions approx.	150 × 130 × 50 mm	150 × 130 × 50 mm	180 × 130 × 50 mm	177 × 147 × 60 mm
Poids sans batterie Weight less battery	400 g	400 g	500 g	620 g

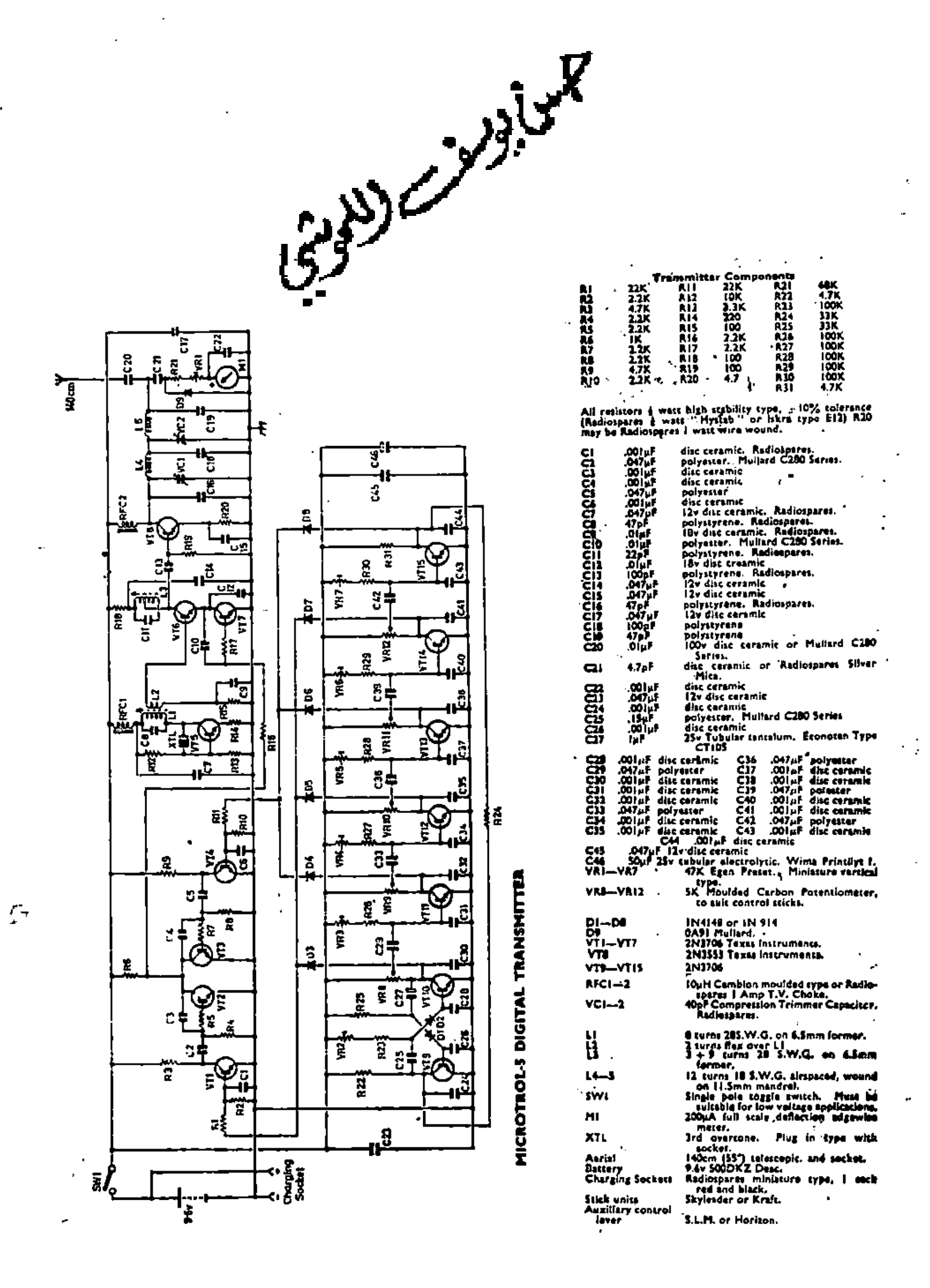
	SUPERHET 4 canaux 4-channel SUPERHET		SUPERHET 6 canaux C 6 SSM 27 6-channel SUPERHET C 6 SSM 27 (No. 3956)	SUPERHET 8 canaux E 8 SSM 27 8-channel SUPERHET E 8 SSM 27 (No. 3990)
	C 4 SSM 27 (No. 3943)	C 4 SSM 40 K (No. 3983)		
Licence des Postes Licence number	MF-71/79	MF-95/81	MF-51/78	MF-76/80
Fréquence de réception Receiver frequency	10 canaux dans la bande des 27 MHz 10 channels in the 27 MHz band	4 canaux dans la bande des 40 MHz 4 channels in the 40 MHz band	10 canaux dans la bande des 27 MHz 10 channels in the 27 MHz band	10 canaux dans la bande des 27 MHz 10 channels in the 27 MHz band
Quartz à fiches nécessaire des canaux Required plug-in crystal for channels	Code R Code letter R 4 ... 19, 24, 30	Code R Code letter R 50 ... 53	Code R Code letter R 4 ... 19, 24, 30	Code R Code letter R 4 ... 19, 24, 30
Réseau de canal channel grid	20 kHz	10 kHz	20 kHz	20 kHz
Fréquence intermédiaire Intermediate frequency	455 kHz	455 kHz	455 kHz	455 kHz
Tension de service Operating voltage	4,8 ... 6 V	4.8 V ... 6 V	4,8 V	4,8 ... 6 V
Consommation de courant Current drain	12 mA	12 mA	12 mA	12 mA
Sensibilité env. Sensitivety	10 μV	10 μV	7 μV	10 μV
Régime de température Temperature range	− 15 ... + 55 °C	− 15 ... + 55 °C	− 15 ... + 55 °C	− 15 ... + 55 °C
Longueur d'antenne Antenna length	1000 mm	900 mm	1000 mm	1000 mm
Equipement Equipment	1 IC 8 transistors 5 diodes	1 IC 8 transistors 5 diodes	1 IC 8 transistors 5 diodes	1 IC 8 transistors 5 diodes
Encombrement env. Dimensions approx.	60 × 40 × 20 mm	60 × 40 × 20 mm	60 × 40 × 20 mm	60 × 40 × 20 mm
Poids env. Weight approx.	40 g	40 g	40 g	40 g

جدول المواصفات الفنية لجهاز أرسال واستقبال.

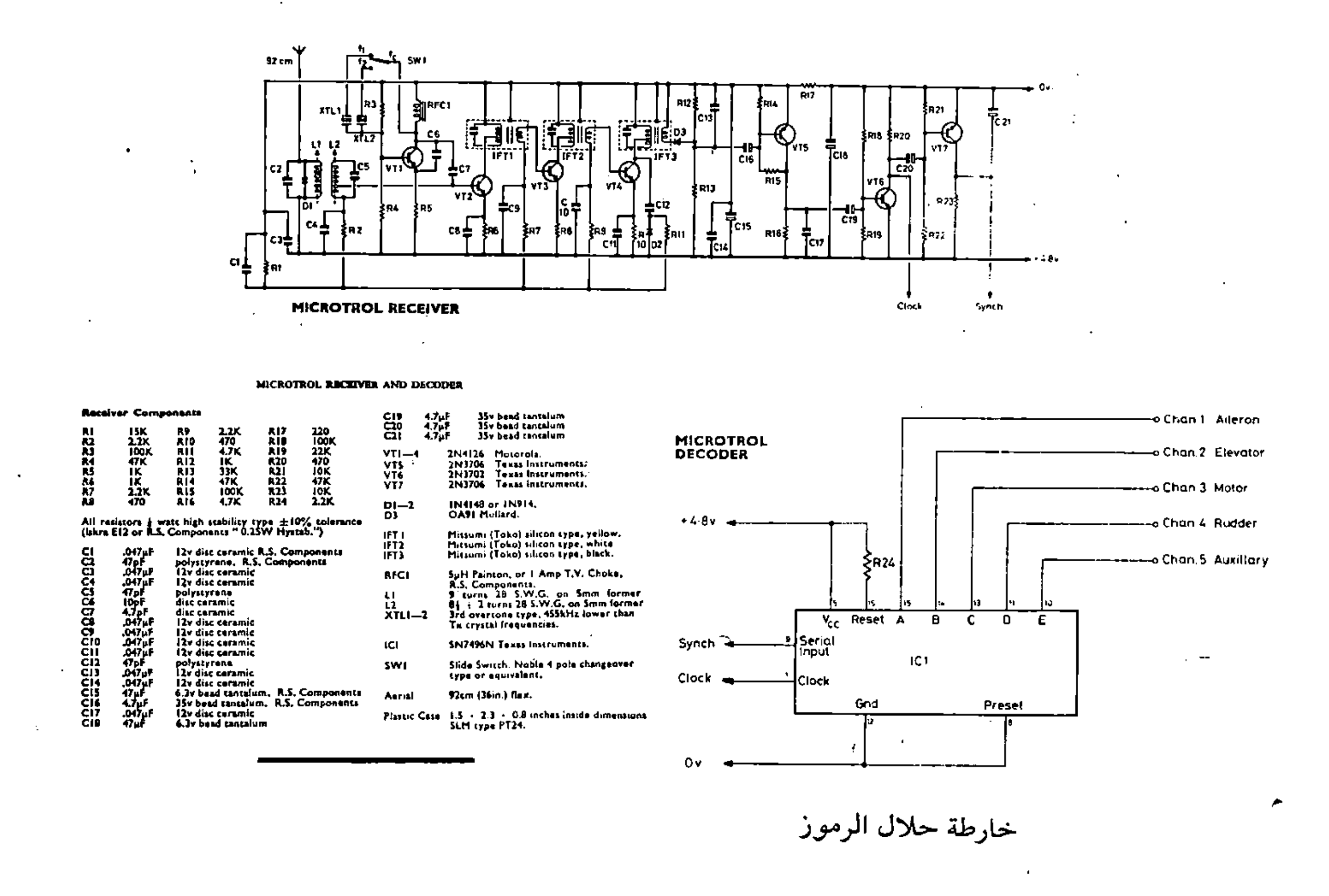


مخطط كتلي لجهاز أرسال يستخدم في نماذج الطائرات.

مخطط كتلي لجهاز أستقبال يستخدم في نماذج الطائرات.



خارطة لجهاز الارسال.



MICROTROL RECEIVER AND DECODER

Receiver Components

R1	15K	R9	2.2K	R17	220
R2	2.2K	R10	470	R18	100K
R3	100K	R11	4.7K	R19	22K
R4	47K	R12	1K	R20	470
R5	1K	R13	33K	R21	10K
R6	1K	R14	47K	R22	47K
R7	2.2K	R15	100K	R23	10K
R8	470	R16	4.7K	R24	2.2K

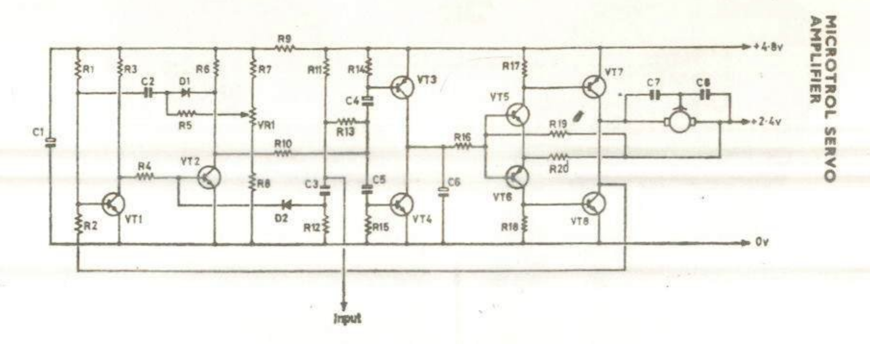
All resistors ¼ watt high stability type ±10% tolerance (Iskra E12 or R.S. Components "0.25W Hystab.")

C1	.047µF	12v disc ceramic R.S. Components
C2	47pF	polystyrene. R.S. Components
C3	.047µF	12v disc ceramic
C4	.047µF	12v disc ceramic
C5	47pF	polystyrene
C6	10pF	disc ceramic
C7	4.7pF	disc ceramic
C8	.047µF	12v disc ceramic
C9	.047µF	12v disc ceramic
C10	.047µF	12v disc ceramic
C11	.047µF	12v disc ceramic
C12	47pF	polystyrene
C13	.047µF	12v disc ceramic
C14	.047µF	12v disc ceramic
C15	47µF	6.3v bead tantalum. R.S. Components
C16	4.7µF	35v bead tantalum. R.S. Components
C17	.047µF	12v disc ceramic
C18	47µF	6.3v bead tantalum
C19	4.7µF	35v bead tantalum
C20	4.7µF	35v bead tantalum
C21	4.7µF	35v bead tantalum

VT1—4	2N4126 Motorola.
VT5	2N3706 Texas Instruments.
VT6	2N3702 Texas Instruments.
VT7	2N3706 Texas Instruments.
D1—2	1N4148 or 1N914.
D3	OA91 Mullard.
IFT1	Mitsumi (Toko) silicon type, yellow.
IFT2	Mitsumi (Toko) silicon type, white
IFT3	Mitsumi (Toko) silicon type, black.
RFC1	5µH Painton, or 1 Amp T.V. Choke, R.S. Components.
L1	9 turns 28 S.W.G. on 5mm former
L2	8½ + 2 turns 28 S.W.G. on 5mm former
XTL1—2	3rd overtone type, 455kHz lower than Tx crystal frequencies.
IC1	SN7496N Texas Instruments.
SW1	Slide Switch. Noble 4 pole changeover type or equivalent.
Aerial	92cm (36in.) flex.
Plastic Case	1.5 · 2.3 · 0.8 inches inside dimensions SLM type PT24.

خارطة حلال الرموز

Microtrol Receiver خارطة جهاز الاستقبال



خارطة مظخم المحرك المؤازر

Serve Amplifier Components

R1	100K	R8	470	R15	47K
R2	1.5M	R9	220	R16	470
R3	10K	R10	4.7K	R17	3.3K
R4	10K	R11	2.2K	R18	3.3K
R5	47K	R12	47K	R19	47K
R6	4.7K	R13	4.7K	R20	15
R7	470	R14	47K		

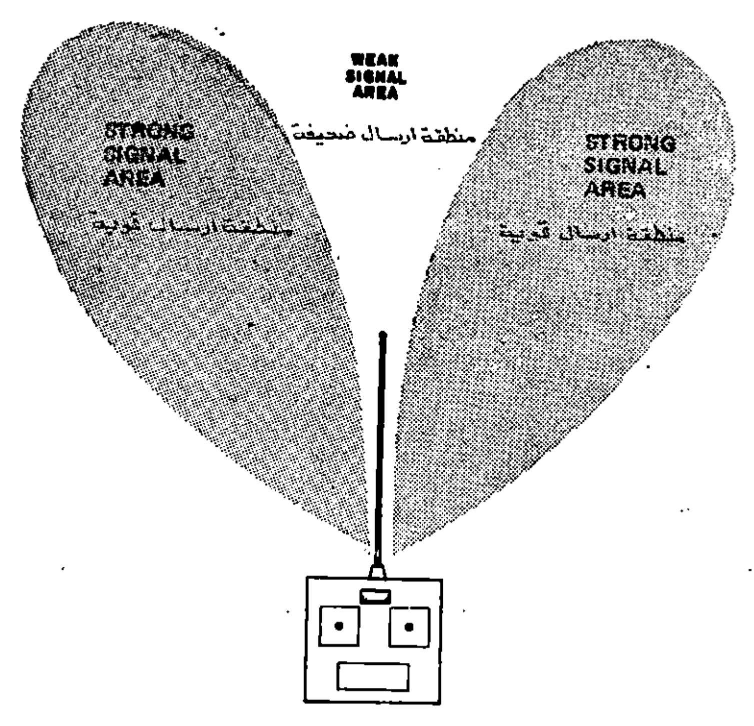
All resistors (except R2) Erie Type 15, ±10% tolerance
R2 Iskra type E12, ±10% tolerance.

C1	25 microfarad 6.4v Mullard Sub-miniature Electrolytic
C2	.047 microfarad polyester Mullard C280 Series
C3	.001 microfarad disc ceramic
C4	.1 microfarad 35v tubular tantalum
C5	.1 microfarad 35v tubular tantalum
C6	2.2 microfarad 15v tubular tantalum
C7	.047 microfarad 12v disc ceramic
C8	.047 microfarad 12v disc ceramic

VR1 1.5K (supplied with servo mechanics)

D1—D2	1N4148 or 1N914
VT1—VT2	2N3794 Piher
VT3	2N4291 Piher
VT4—VT5	2N3794 Piher
VT6	2N4291 Piher
VT7	MPS6534 Motorola
VT8	MPS6531 Motorola
Servo Mechanics	Skyleader FB3 fitted with Mitsumi 5ohm d.c. motor.

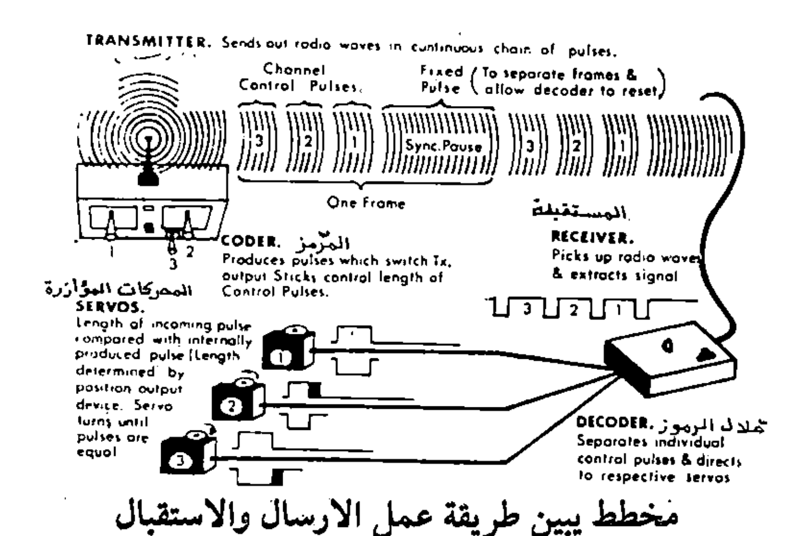




ANTENNA RADIATION PATTERN

الشكل يبين مناطق الارسال الضعيفة والقوية لجهاز الارسال

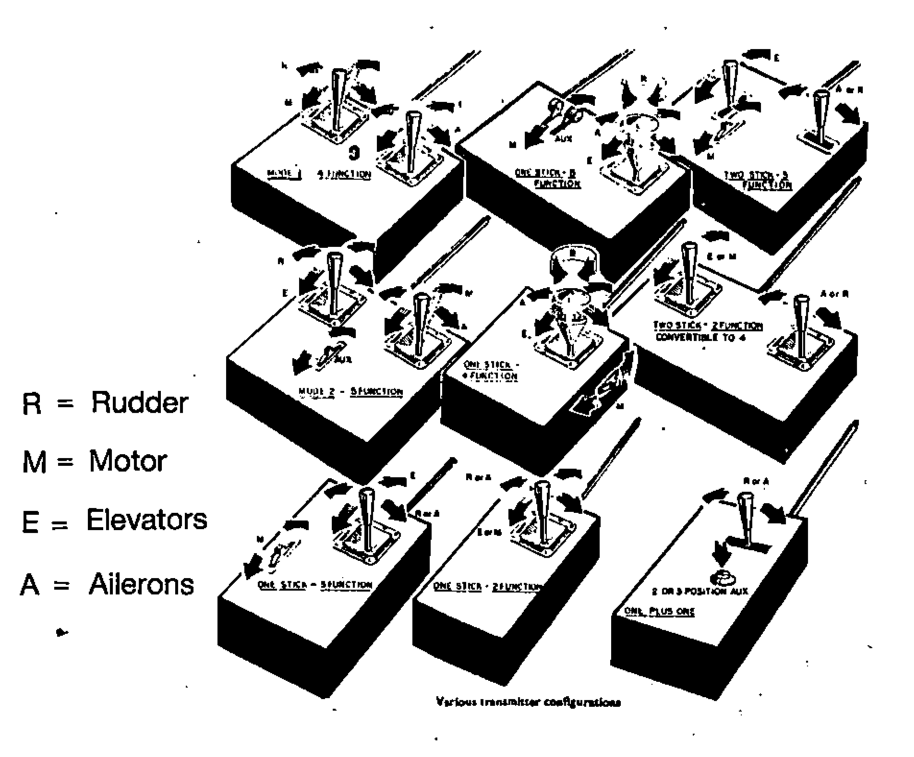
ان على طيار نموذج الطائرة معرفة منطقة الاشعاع القوية للاشارة الصادرة من هوائي الارسال. وذلك من اجل مسك جهاز الارسال بوضعية بحيث يكون هوائي جهاز الارسال متقدماً بزاوية مقدارها ٣٠° . تقريباً بين الطائرة وبين هوائي جهاز الارسال حتى يظمن أقوى أرسال يصل الى هوائي الطائرة.



مخطط يبين طريقة عمل الارسال والاستقبال

التردد MHZ	اللون	
26.975	بني - رصاصي	BROWN/GREY
26.995	بني	BROWN
27.025	بني - أحمر	BROWN / RED
27.045	أحمر	RED
27.075	برتقالي - أحمر	ORANGE/RED
27.095	برتقالي	ORANGE
27.125	أصفر - برتقالي	YELLOW/ORANGE
27.145	أصفر	YELLOW
27.175	أصفر - أخضر	YELLOW / GREEN
27.195	أخضر	GREEN
27.225	أزرق - أخضر	BLUE/GREEN
27.255	أزرق	BLUE

جدول ترددات - AM -



Various transmitter configurations

انظمة الارسال المختلفة.

الفصل الخامس

الاقلاع والهبوط والتحضيرات اللازمة لنماذج الطائرات

Take off and Landing and Field preparations for Modle Airplanes

لنبدأ أولاً بتحديد المنطقة التي نفكر في ممارسة الهواية فيها. نلاحظ الاشياء المحيطة بهذه المنطقة التي يجب ان تكون خالية من كل معوقات الطيران الطبيعية والاصطناعية كالاشجار العالية والابراج والنباتات المرتفعة وأعمدة الكهرباء وأبراج الارسال. . . الخ

كذلك يجب ان نلاحظ قوة الرياح واتجاهها، علماً بأن الاقلاع والهبوط يجب ان يكونا عكس اتجاه الريح، ويجب ان لاتكون الرياح قوية (اقل من عشر عقد)، مما قد يؤثر على الطائرة ويمكن معرفة ذلك بالخبرة، بعد هذا نعد الطائرة اعداداً كاملاً ونشّغل المحرك.

افتح مفتاح جهاز الارسال، ثم افتح مفتاح جهاز الاستقبال في الطائرة، ثم حاول تقليل سرعة المحرك ويجب التأكد من عملية اطفائه بواسطة التعيير، ثم ابدأ بعملية الاقلاع.

عملية الاقلاع Take-off

هناك طريقتان للاقلاع. .

الطريقة الاولى:

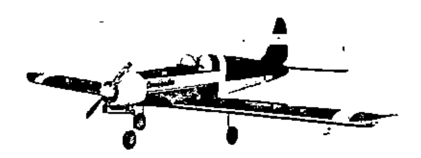
أن نضع الطائرة عكس اتجاه الريح على مدرج ذي طول كافٍ مستقيم وخالٍ من العوارض، ثم اعطِ المحرك اقصى سرعة مع محاولة المحافظة على الطائرة بصورة مستقيمة، ثم ابدأ برفع مقدمة الطائرة، وذلك باستخدام الروافع بصورة تدريجية الى ان ترتفع الطائرة (يجب ان لا تكون زاوية الهجوم كبيرة مما قد يسبب الانهيار)، وعند بلوغ الطائرة ارتفاعاً مناسباً ابدأ بالاستدارة التدريجية الى جهة اليسار متخذاً مدارات نحو اليسار دائماً، وأعلم ان اغلب الاستدارات لابد ان يصاحبها هبوط في الارتفاع، لذلك يلزم ان تعطي اشارة من جهاز الارسال الى الروافع في نفس الوقت لرفع مقدمة الطائرة.

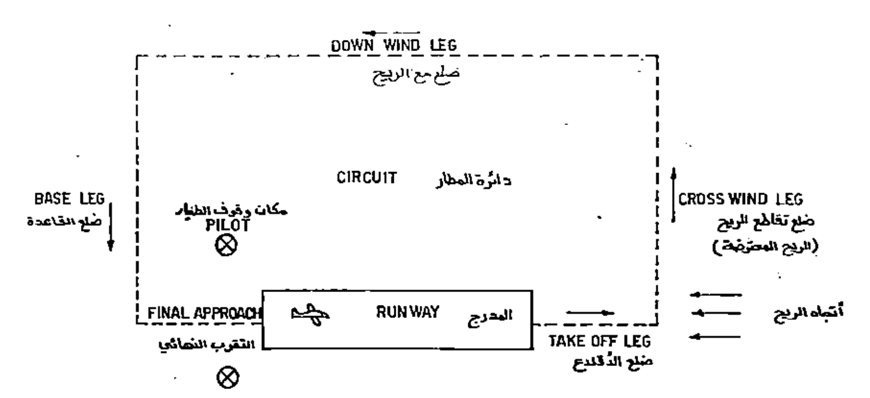
الطريقة الثانية

ان يساعدك شخص ما في حمل الطائرة بصورة مستقيمة ومتوازية الى مستوى الارض، ويكون اتجاهها عكس اتجاه الريح وعلى هذا الشخص ان يفهم دوره بالضبط، وان يبدأ بالركض عند اعطائك له الاشارة. وعند وصول سرعة الاقلاع الكافية للطائرة، عليه ان يرمي الطائرة في الهواء، ثم ابدأ بالارتفاع التدريجي، ويجب ان يقف المسيطر على الطائرة في الجهة اليسرى أو اليمنى منها وليس خلفها تماماً وذلك لتجنب الغازات العادمة الخارجة من المحرك.

الهبوط Landing

اذا قررت ان تُنزل الطائرة الى الارض، فعليك أولاً ان تحدد اتجاه الريح، وأعلم ان الهبوط هو عكس اتجاه الريح ايضاً، ثم قلّل سرعة المحرك عندما يكون لديك ارتفاع كافٍ واحكم السيطرة على الطائرة، محاولاً ان لاتجعلها تفقد من الارتفاع كثيراً، ثم حاول ان يكون الهبوط امامك، ويمكنك تقدير ذلك بالخبرة، ثم تولّ اعطاء الحركات اللازمة للطائرة في الوقت المناسب، واخيراً حاول ان تمس العجلات الرئيسة اولا، لكي تهبط الطائرة بصورة اعتيادية، ثم اغلق سرعة المحرك نهائياً اذا كان لايزال يعمل، فتحصل على هبوط جيد.





المطار النظامي لنماذج الطائرات ودائرة المطار

قائمة فحص الطائرة بعد بنائها (Check List)

١ ـ تأكد من اجزاء الطائرة التي بنيت بصورة عامة من حيث متانة الصنع نسبياً، وكذلك عدالة الاجزاء من الناحية الديناميكية الهوائية واللصق الصحيح لها.

٢ ـ تأكد من لصق النرمادات وتوصيلات سطوح القيادات مع اذرع التوصيل.

٣ ـ تأكد من مركز الثقل حيث يجب ان يكون في مكانه المرسوم في الخارطة.

٤ ـ تأكد من حركة سطوح القيادات مع حركة المحركات المؤازرة، وكذلك عند استخدام المصححات (Trims) في اقصى درجاتها حيث يجب ان لاتتعارض حركات سطوح القيادات مع بعضها.

٥ ـ تأكد من المحرك من حيث التثبيت القوي وتنظيم الاشتغال الاقصى والادنى وامكانية التحكم فيه باستخدام جهاز السيطرة، لان هذا مهم في الفحص الأولي.

٦ ـ فحص عام لكل اجزاء الطائرة من المقدمة الى المؤخرة مع ملاحظة أي شيء غير طبيعي ممكن ان يشكل خطراً اذا لم يصحح.

قائمة فحص الطائرة قبل الاقلاع

١ ـ فحص عام سريع لكل اجزاء الطائرة، فربما يحصل خلل من جراء نقل الطائرة الى مكان الطيران.

٢ ـ التأكد من سلامة جهاز السيطرة وسلامة البطاريات خصوصاً اذا كانت من نوع الشحن «النيكل كادميوم»، كذلك يجب فحص مدى الارسال من بعد ٥٠ متراً تقريباً، كذلك يجب وضع شريط لاصق على البطاريات اذا كانت غير ملحومة.

٣ ـ فحص دحرجة الطائرة قبل تشغيل المحرك، حيث يجب ان تكون مستقيمة مع مراعاة الريح.

٤ ـ التأكد من مركز الثقل حيث يجب ان يكون في مكانه المخصص.

٥ ـ فحص المحرك كما في السابق، كذلك يجب التأكد من عدم انطفاء المحرك عند رفع مقدمة الطائرة ولعدة مرات.

٦ ـ التأكد من فتح جهاز الارسال والاستقبال، مع ملاحظة حركة سطوح القيادات عند تحريكها، والتأكد من عدم استخدام نفس تردد مرسلتك من قبل شخص آخر.

٧ ـ تأكد من اتجاه الريح، حيث ان الاقلاع والهبوط يجب ان يكونا عكس اتجاه الريح.

ملاحظة :- ان على الطيار عدم الشروع بالطيران اذا لاحظ أي خطأ قبل الطيران . حتى اذا كانت هنالك ضغوط نفسية مثل متفرجين كثيرين ، لان هذه النماذج خطرة في حالة فقدان السيطرة عليها .



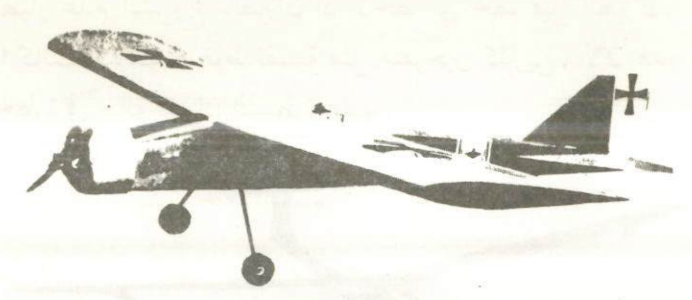
SUSI 2, Spannweite 1500 mm
für den Beginner

CHERIE 2, Spannweite 1300 mm
für Motoren von 2,5–3,5 ccm
Trainer

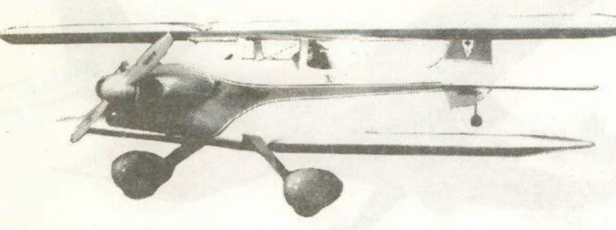
DELTA X-15 MK II, Spannweite 760 mm
Länge 1350 mm, Spannweite 760 mm
Für Motoren von 5–7,5 ccm

MIKADO 2, Spannweite 1060 mm
für Motoren von 0,8 – 1,7 ccm
für den Beginner

صور طائرات مختلفة الانواع



JONNY, Spannweite 1500 mm
für Motoren von 6 – 10 ccm
Kunstflug-Trainer



SUPER TIGER, Spannweite 1500 mm
Kunstflugmodell für 10 ccm-Motoren



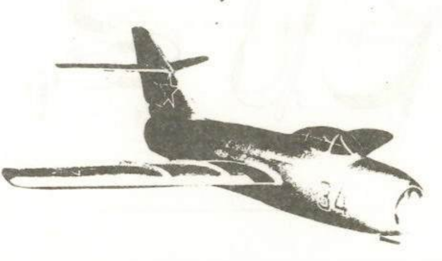
COMMANDER 2 (Schnellbaukasten)
COMMANDER HK (Schnellbaukasten mit GFK-Rumpf)
COMMANDER F (Fast-Fertigmodell)
Spannweite 1640 mm,
für 10 ccm-Motoren



CHARLY
RC-Kunstflugmodell
Spannweite: 1500 mm
für Motoren von 6 – 10 ccm



FOURNIER RF 4 (Motorsegler)
Spannweite 2200 mm
für Motoren von 2,5—5 ccm





ADAC-HUBSCHRAUBER BO 105
für 10 ccm-Motoren

F.A.I. Schedule of Manoeuvres for Radio Controlled Aero-batic Power Models (Class F3A)

1974/5

5.13.1 Take off

Wind

Start model free standing stationary

5.13.2 Figure M

Finish

Start

5.13.3 Cuban eight

Finish

Start

5.13.4 Double Immelman

Start

Finish

5.13.5 Slow roll

Start

Finish

5.13.6 3 outside loops

Finish

Start

5.13.7 Four point roll

Finish

Start

5.13.8 3 inside loops

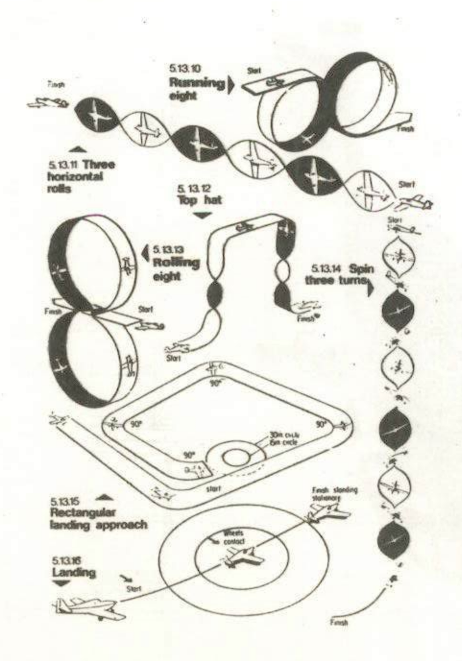
Finish

Start

5.13.9 eight point roll

Finish

Start



الألعاب البهلوانية

A 44" SPAN MODEL FOR FULL HOUSE MINIATURE PROPORTIONAL RADIO CONTROL AND 3 CC - 4.75 CC (19 - 29 CU IN) ENGINES APS CODE H J

خارطة طائرة

RED ARROW

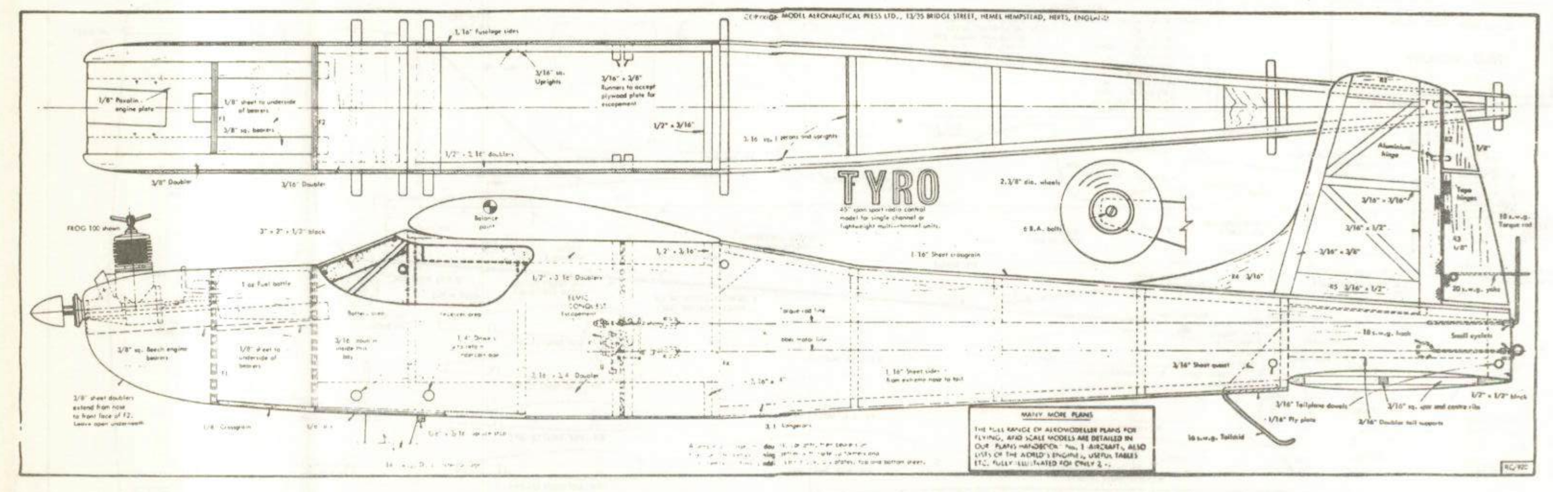
NOTE ALL WOODS BALSA UNLESS OTHERWISE STATED

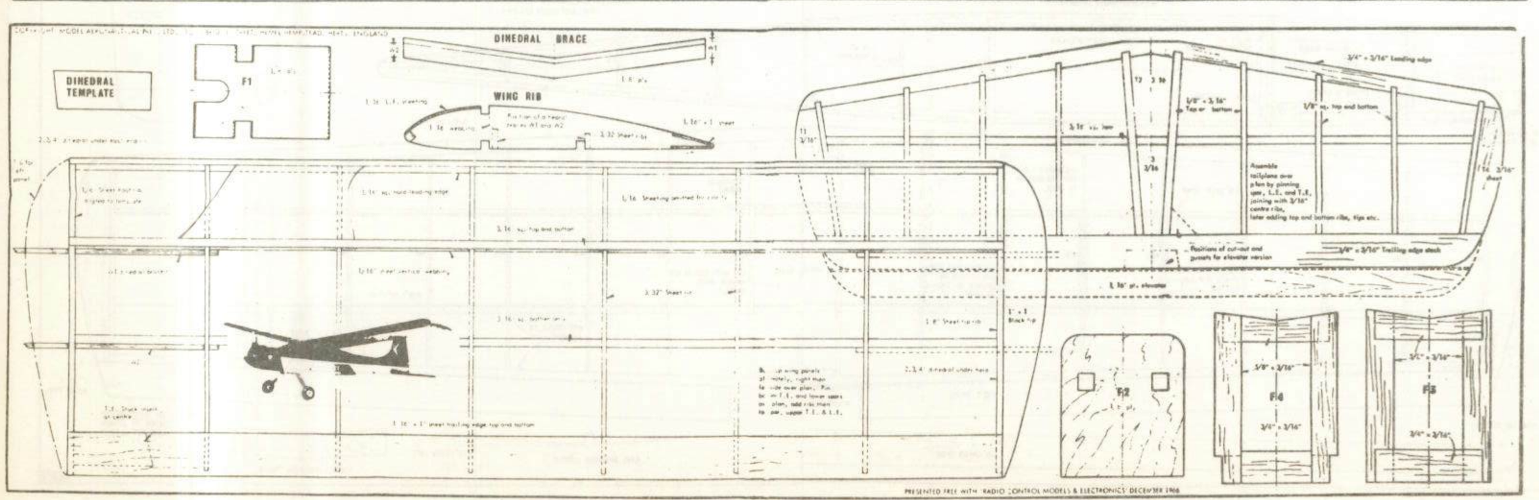
BASIC MATERIALS LIST

Qty		Size		
9	LGTHS	1/16" x 3" x 36" MED	SHT	BALSA
1	"	3/32" x 3" x 36"	"	"
4	"	1/8" x 3" x 36"	"	"
3	"	1/8" x 1/4" x 36"	STRIP	"
2	"	3/16" x 3" x 36"	SHT	"
2	"	3/16" x 1/4" x 36"	STRIP	"
4	"	3/16" x 3/16" x 36"	"	"
1	"	1/4" x 4" x 36"	SHT	"
2	"	3/8" x 3/4" x 36"	STRIP	"
1	"	1" x 1" x 13"	SOFT BLOCK	"
1	PCE	1/8" x 2" x 5"	PLYWOOD	

Qty		Item
1	PCE	3/16" x 5" x 7" PLYWOOD
1	LGTH	3/8" x 3/8" x 15" BEECH
1	"	10 SWG x 20" PIANO WIRE
1	"	14 SWG x 5" " "
1	PCE	1/8" x 3" x 4" PAXOLIN PLATE
1	"	4" x 6" ACETATE SHEET

OS MAX 19 R.C. ENGINE SHOWN
4 MM OR 6 MM PLY COAMING
METAL FUEL TANK OR 4/6 OZ POLYTHENE TANK
CELLULOID WINDSCREEN
SOFT BLOCK HEADREST
1/8" SHEET COCKPIT FLOOR
SWITCH
3/16" SQ FOR FIXING COAMING TO
1/4" x 1/8" STRINGERS (5-OFF)
3/16" SQ LONGERON FULL LENGTH
1/4" x 3/16"
3 SERVOS (SIDE BY SIDE)
RX AREA
F1 F2 F3 F4 F5 F7 F8 F9
3/8" SQ BEECH ENGINE BEARERS
3/8" SHEET UNDER ENGINE BEARERS
1/4" SQ FLOOR SUPPORTS
3/16" DOUBLER TO SHADED LINE
AILERON SERVO
3/16" DOWELS
BALANCE POINT
BATTERY AREA
1/8" PLY U/C LEG GUIDES (1 LEFT HAND 1 RIGHT HAND)
1/4" PACKING UNDER L.E.
20 SWG PIANO WIRE
1/8" HARD SHEET FAIRINGS
2 1/4" OR 2 1/2" DIA WHEELS
F1 - 3/16" PLY
F2 - 3/16" PLY
F4 - 3/16" SHEET
F3 - 1/8" SHEET
F5 - 1/8" SHEET
F6 - 1/8" SHEET
F7 - 1/8" SHEET
F8 - 1/8" SHEET
F9 - 1/8" SHEET
1" x 1/4" SHEET FIN POST
1/4" SHEET RUDDER
1/4" SHEET FIN
SCRAP BALSA FAIRING
3/16" x 1/2"
1/16" SQ LONGERONS, UPRIGHTS AND CROSS-PIECES
3/16 SQ LONGERON
3/16" SQ DIAGONALS
1/16" SHEET BOTTOM (GRAIN CROSSWISE)
A DENOTES EXTENT OF 1/8" SHEET FUSELAGE SIDES
HOLES IN FUS. FOR PUSHRODS
14 SWG PIANO WIRE
7/8" OR 1" DIA. TAILWHEEL
W1 - 1/8" SHEET (2-OFF)
W2 - 1/8" SHEET (2-OFF)
W3 - 3/32" SHEET (2-OFF)
W4 - 3/32" SHEET (2-OFF)
W5 - 3/32" SHEET (2-OFF)
W6 - 3/32" SHEET (2-OFF)
W7 - 3/32" SHEET (2-OFF)
W8 - 3/32" SHEET (2-OFF)
W9 - 3/32" SHEET (2-OFF)
W10 - 1/8" SHEET (2-OFF)
1/4" SHEET TIPS
1/4" SHEET TAILPLANE
SLOT FOR FIN
1/4" x 3/16" SPRUCE ELEVATOR JOINER
10 SWG U/C LEG (2-OFF)
3/16" SHEET ELEVATORS
MYLAR HINGES
1/8" PAXOLIN ENGINE PLATE
1/8" PLY U/C GUIDES
1/8" PLY U/C PLATE
ALLOY U/C RETAINING PLATES
3/8" SQ ENGINE BEARERS
SMALL SCREWS
6 B.A. ANCHOR NUTS AND BOLTS
3/16" SHEET DOUBLER
3/16" SQ LONGERONS
3/8" x 3/4" L.E.
SCRAP BLOCK
1/16" SHEET L.E. TOP AND BOTTOM TO HERE
1/8" SHEET SPAR
DIHEDRAL BRACE
W10 W9 W8 W7 W6 W5 W4 W3 W2 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10
1/16" x 1/4" CAPPING STRIPS TOP AND BOTTOM
1/16" SHEETING TOP AND BOTTOM ON CENTRE SECTION TO HERE
SPACE SERVO
CUT OUT RIBS AFTER JOINING WING PANELS
3/16" x 1/4" SPAR
1/16" SHEET T.E. TO HERE
1" x 5/16" STRIP AILERON
1/4" x 3/8" T.E.
CYCLE SPOKE
NYLON TUBE
1" SOFT BLOCK TIPS
WING TIP SECTION
1/8" SHEET SPAR
WING DIHEDRAL LAYOUT
1 1/2" (EACH TIP)
1/8" PLY DIHEDRAL BRACE
NOTE. TOP SHEETING NOT SHOWN ON EITHER WING FOR CLARITY.
RC1278





خارطة طائرة (TYRO)

الفهرست

الموضوع	الصفحة
الفصل الاول	٤
علم الديناميكا الهوائية ـ نظرية برنولي	٤
انبوب فنجوري ـ جناح الطائرة ومقطع الجناح	٥
اشكال الاجنحة المختلفة ومواقعها	٦
انواع مقاطع الاجنحة الاساسية المستخدمة في نماذج الطائرات	٧
طريقة تصميم مقطع جناح	٩
القوى المؤثرة في حركة الطائرة ـ الدفع ـ الكبح	١٠
الرفع ـ الوزن	١١
توازن القوى الاربعة	١٢
سطوح القيادات وتأثيراتها	١٣
التأثيرات الثانوية لسطوح القيادات	١٥
مركز الثقل ـ الزاوية الزوجية	١٦
الانهيار	١٨
الفصل الثاني	٢٠
صناعة نماذج الطائرات ـ جسم الطائرة وجناحها	٢٠
كيف تصنع جهاز لقطع الفلين الابيض	٢١
طرق توصيل سطوح القيادات بالمحركات المؤازرة	٢٤
الفصل الثالث	٣٠
المحركات وانواعها	٣٠
خلّاط الوقود	٣٤
محركات الديزل	٣٧
التشغيل	٣٨
شمعات التوهج ـ الوقود ـ خزان الوقود	٤٠
البطاريات	٤٢
الفصل الرابع	٤٤
السيطرة اللاسلكية	٤٤
مخطط كتلي لجهاز سيطرة لاسلكية	٤٨
طريقة عمل الارسال والاستقبال	٥٢
الفصل الخامس	٥٤
الاقلاع والهبوط والتحضيرات اللازمة لنماذج الطائرات	٥٤
قائمة فحص الطائرة	٥٦
الالعاب البهلوانية	٦٠

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد (٦٤٥) لسنة ١٩٨٨

دار الحرية للطباعة ـ بغداد ـ العراق
١٤٠٩ هـ ـ ١٩٨٨ م

Fundamentals of
Model Airplanes

by
Sa'ad Al-Karagholly
(B.Sc. Eng. M.I.E.E)

السعر (١ر٧٥٠ دينار)